

SKRIPSI

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



Disusun oleh :

**ALBARR AZIIZ SAPUTRA
05.21.045**

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

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER 0,5% DAN RETARDER
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 :

ALBARR AZIIZ SAPUTRA

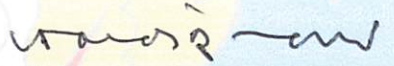
05. 21. 045

MILIK
PERPUSTAKAAB
ITN MALANG

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. Togi H. Nainggolan, MS)

(Ir. H. Sudirman Indra, MSc)

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 RETARDER
0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI
PADA UMUR BETON**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

ALBARR AZIIZ SAPUTRA

05. 21. 045

Disahkan Oleh:

Ketua



(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I


(Ir. Eding Iskak Imananto, MT)

Dosen Penguji II


(Ir. A. Agus Santosa, MT)

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **ALBARR AZIIZ SAPUTRA**

Nim : **05. 21. 045**

Jurusan : **Teknik Sipil S - 1**

Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

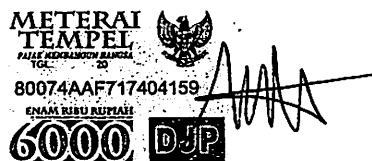
MenyatakanbahwadengansesungguhnyaTugasAkhir yang berjudul :

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

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

Malang, Agustus 2011

Yang Membuat Pernyataan



(ALBARR AZIIZ SAPUTRA)

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER 0,5% DAN RETARDER 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, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Agus A. Santosa, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
2. Bapak Ir. Hirijanto, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1.
3. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS. selaku Koordinator Bidang Penelitian sekaligus Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Ir. H. Sudirman Indra, MSc. selaku Dosen Pembimbing II.
5. Orang Tua tercinta yang telah banyak memberikan bantuan baik moril maupun materi, serta doa hingga terselesainya laporan ini.
6. Semua keluarga penyusun yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas doa dan dukungannya
7. Teman-teman seperjuangan sipil 2005, teman-teman bimbingan

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

Malang, Agustus 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

“EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTISIZER 0,5% DAN RETARDER 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”. Albarr Aziiz Saputra

Dosen Pembimbing I : Ir. Togi H. Nainggolan, MS, Dosen Pembimbing II : Ir. H Sudirman Indra, MSc

Kata Kunci : Additive, Superplastisizer dan Retarder

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

Tujuan penelitian ini adalah memberikan alternatif tentang penggunaan zat additive Superplastisizer yang berfungsi untuk mereduksi penggunaan air sedangkan retarder berfungsi untuk memperlambat proses pengeringan pada beton yang ditambahkan sebagai bahan tambahan terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, porositas dan workabilitas beton yang nantinya akan menjadi suatu jawaban terhadap pembangunan.

Hasil penelitian menyatakan penggunaan bahan tambahan zat additive Superplastisizer dan Retarder berpengaruh terhadap peningkatan sifat fisik dan mekanis beton. Pada pengujian yang telah dilakukan penambahan zat additive superplastisizer 0,5% dan retarder 0,2%. Peningkatan kuat tekan dengan variasi umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 15,92%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 28,11% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 27,07% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 30,93%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih mempunyai pori yang sangat minim dan lebih berat setelah ditambah dengan bahan tambahan sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAKSI	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GRAFIK	xvii
DAFTAR NOTASI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Batasan Penelitian	5
1.7. Hipotesa Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Tinjauan Pustaka	8
2.1.1 Penelitian Terdahulu	8
2.1.2 Pengertian Beton	10

2.1.3	Material Pembentuk Beton	11
2.1.3.1	Semen	11
2.1.3.2	Agregat Halus (Pasir)	12
2.1.3.3	Agregat Kasar (Kerikil)	14
2.1.3.4	Air	16
2.1.3.5	High Range Water Reducer Superplatisizer (HRWR)	16
2.1.3.6	Retarder	17
2.2.	Sifat Mekanis Beton	18
2.2.1	Kuat Tekan	18
2.2.2	Kuat Tarik Belah	21
2.2.3	Kuat Tarik Lentur	22
2.2.4	Modulus Elastisitas Beton	23
2.3.	Sifat Fisik Beton	24
2.3.1	Porositas	24
2.3.2	Workabilitas.....	25
2.4.	Analisa Varian dua Arah.....	26
2.5.	Pengujian Interval Kepercayaan.....	26
2.6.	Pengertian Hipotesis	27
2.6.1	Hipotesis Penelitian.....	30
2.7.	Analisa Regresi	31
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	33

3.2.	Metode Penelitian	33
3.3.	Populasi dan Sampel	33
3.4.	Alat dan Bahan Penelitian	34
3.5.	Bagan Alir	37
3.6.	Metode Pengumpulan Data	39
3.7.	Teknik Analisa Data	40
BAB IV	PERSIAPAN DATA PELAKSANAAN PENELITIAN	41
4.1.	Perhitungan Komposisi Campuran Beton	41
4.1.1.	Perhitungan Mix Design Beton Mengacu Pada SNI ...	41
4.2.	Perhitungan Kebutuhan Bahan	50
4.2.1.	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan / m ³	50
4.3.	Pelaksanaan Campuran Beton	53
4.3.1.	Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)	53
4.3.2.	Uji Slump Beton	54
4.3.3.	Pembuatan dan Persiapan Benda Uji	55
4.3.4.	Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Tarik Lentur Beton	59
4.3.5.	Pengujian Porositas	63
4.3.6.	Pengujian Modulus Elastisitas	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	70
5.1.3.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur	71
5.1.4.	Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	72
5.1.5.	Hasil Pengujian Porositas	76
5.2.	Pengujian Interval Kepercayaan	79
5.2.1.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan	79
5.2.2.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah	85
5.2.3.	Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur ...	90
5.2.4.	Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas..	95
5.2.5.	Pengujian Interval Kepercayaan Porositas	100
5.3.	Pengujian Hipotesis	105
5.3.1.	Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur.....	105
5.3.2.	Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Beton	109
5.3.3.	Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Beton	111
5.3.4.	Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur.....	114
5.3.5.	Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan Variasi Umur.....	119
5.4.	Analisis Dan Pembahasan	123

5.4.1	Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur	
	3, 7, 14 dan 28 hari.....	123
5.4.2	Perbandingan Kuat Tarik Belah Pada Umur 28 Hari...	125
5.4.3	Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada umur 28 Hari .	127
5.4.4	Perbandingan Modulus Elastisitas Dengan Variasi	
	Umur 3, 7, 14 dan 28 hari.....	129
5.4.5	Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur	
	3, 7, 14 dan 28 hari.....	131
5.5.	Workabilitas	132
5.6.	Analisa Regresi	134
5.6.1	Analisa Regresi	134
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN.....	150
6.1.	Kesimpulan	150
6.2.	Saran	151

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Populasi Dan Sampel Benda Uji	34
Tabel 4.1	Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	42
Tabel 4.2	Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (w/c) ..	43
Tabel 4.3	Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	44
Tabel 4.4	Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	45
Tabel 4.5	Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan.....	49
Tabel 4.6	Kebutuhan Total Bahan Untuk setiap kali Pencampuran Agregat Kasar	52
Tabel 5.1	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Tanpa Penambahan.....	69
Tabel 5.2	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%	69
Tabel 5.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Tanpa Penambahan.....	69
Tabel 5.4	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%	69
Tabel 5.5	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Tanpa Penambahan.....	69
Tabel 5.6	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%	69

Tabel 5.7	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Tanpa Penambahan.....	69
Tabel 5.8	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%	69
Tabel 5.9	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	71
Tabel 5.10	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton	72
Tabel 5.11	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari	75
Tabel 5.12	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari	75
Tabel 5.13	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari	75
Tabel 5.14	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari	75
Tabel 5.15	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 3 hari	78
Tabel 5.16	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 7 hari	78
Tabel 5.17	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 14 hari	78
Tabel 5.18	Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 28 hari	78
Tabel 5.19	Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan.....	79
Tabel 5.20	Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Tanpa Bahan Tambahan	81
Tabel 5.21	Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	81

Tabel 5.22 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%.....	82
Tabel 5.23 Data Interval Kepercayaan Kuat Tekan Superplastisizer 0,5% +	
Retarder 0,2% Dengan Bahan Tambahan.....	83
Tabel 5.24 Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian	
Interval Kepercayaan	84
Tabel 5.25 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan	85
Tabel 5.26 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan	
Tambahan.....	86
Tabel 5.27 Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa Bahan Tambahan	
Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan.....	87
Tabel 5.28 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%.....	87
Tabel 5.29 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%	88
Tabel 5.30 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian	
Interval Kepercayaan	89
Tabel 5.31 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan.....	90
Tabel 5.32 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan ..	91
Tabel 5.33 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan	
Setelah dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	92

Tabel 5.34 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%.....	92
Tabel 5.35 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan.....	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%.....	93
Tabel 5.36 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian	
Interval Kepercayaan.....	94
Tabel 5.37 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan	95
Tabel 5.38 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan .	96
Tabel 5.39 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan	
Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan	97
Tabel 5.40 Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%.....	97
Tabel 5.41 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%.....	99
Tabel 5.42 Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan	
Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian	
Interval Kepercayaan.....	99
Tabel 5.43 Data Pengujian Porositas Tanpa Bahan Tambahan.....	100
Tabel 5.44 Interval Kepercayaan Porositas Tanpa Bahan Tambahan	101
Tabel 5.45 Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Bahan Tambahan Setelah	
Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	102

Tabel 5.46 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%.....	102
Tabel 5.47 Interval Kepercayaan Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2%.....	103
Tabel 5.48 Data Pengujian Porositas Dengan Bahan Tambahan Superplastisizer 0,5% + Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	104
Tabel 5.49 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	105
Tabel 5.50 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	107
Tabel 5.51 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	108
Tabel 5.52 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	108
Tabel 5.53 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	108
Tabel 5.54 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	108
Tabel 5.55 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	108
Tabel 5.56 Analisa Varian untuk Kuat Tekan.....	108
Tabel 5.57 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	109
Tabel 5.58 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah	111

Tabel 5.59	Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	112
Tabel 5.60	Analisa Varian untuk Kuat Tarik Lentur	114
Tabel 5.61	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	115
Tabel 5.62	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	116
Tabel 5.63	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	118
Tabel 5.64	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	118
Tabel 5.65	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	118
Tabel 5.66	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	118
Tabel 5.67	Data Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	118
Tabel 5.68	Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas.....	118
Tabel 5.69	Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 3 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	119
Tabel 5.70	Analisa Varian untuk Porositas.....	121
Tabel 5.71	Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 7 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan.....	122
Tabel 5.72	Analisa Varian untuk Porositas.....	122
Tabel 5.73	Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 14 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	122

Tabel 5.74 Analisa Varian untuk Porositas.....	122
Tabel 5.75 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas dengan Variasi Umur 28 hari Setelah Dilakukan Uji Interval Kepercayaan	122
Tabel 5.76 Analisa Varian untuk Porositas.....	122
Tabel 5.77 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 3 Hari	134
Tabel 5.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 7 Hari	137
Tabel 5.79 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 14 Hari	138
Tabel 5.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan Variansi Umur 28 Hari	139
Tabel 5.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Belah Variansi Umur 28 Hari	140
Tabel 5.82 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik Lentur Variansi Umur 28 Hari.....	141
Tabel 5.83 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 3 Hari.....	142
Tabel 5.84 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 7 Hari.....	143
Tabel 5.85 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus Elastisitas Variansi Umur 14 Hari.....	144

Tabel 5.86 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus	
Elastisitas Variasi Umur 28 Hari.....	145
Tabel 5.87 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
Umur 3 Hari.....	146
Tabel 5.88 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
Umur 7 Hari.....	147
Tabel 5.89 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
Umur 14 Hari.....	148
Tabel 5.90 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi	
Umur 28 Hari.....	149

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kurva hubungan kekuatan tekan w/c	43
Grafik 4.2 Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm.....	46
Grafik 4.3 Perkiraan berat jenis beton segar.....	47
Grafik 5.1 Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	123
Grafik 5.2 Hubungan Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	125
Grafik 5.3 Hubungan Kuat Tarik Lentur Dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran	127
Grafik 5.4 Hubungan Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran.....	129
Grafik 5.5 Hubungan Uji Porositas Dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran	131
Grafik 5.6 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 3 Hari	136
Grafik 5.7 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 7 Hari	137
Grafik 5.8 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 14 Hari.....	138
Grafik 5.9 Analisa Regresi Kuat Tekan pada Variasi Umur 28 Hari.....	139
Grafik 5.10 Analisa Regresi Kuat Tarik Belah.....	140
Grafik 5.11 Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur	141
Grafik 5.12 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 Hari....	142
Grafik 5.13 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7 Hari....	143

Grafik 5.14 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14 Hari .	144
Grafik 5.15 Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28 Hari .	145
Grafik 5.16 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3 Hari	146
Grafik 5.17 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 7 Hari.....	147
Grafik 5.18 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 14 Hari.....	148
Grafik 5.19 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 28 Hari.....	149

DAFTAR NOTASI

A	= Luas permukaan benda uji (mm^2)
b	= Lebar balok (mm)
B	= Berat Piknometer diisi Air pada 25°C
Ba	= Berat Contoh di Dalam Air
Bj air	= Berat Jenis Air 1 gr / ml
Bj	= Berat Contoh Kering Permukaan Jenuh
Bk	= Berat Contoh Kering Oven
Bt	= Berat piknometer + contoh SSD + air (25°C)
d	= Diameter silinder benda uji (mm)
ε	= Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji)
Ec	= Modulus Elastisitas (MPa)
E t	= Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)
f'_c	= Tegangan hancur (MPa)
f_c	= Kuat Tekan Beton (MPa)
f'_{cr}	= Kuat Tekan Beton Rata-Rata (MPa)
Fu	= Faktor umur
H_0	= Hipotesis nol, menyatakan tidak ada perbedaan antar perlakuan
H_a	= Hipotesis alternatif, menyatakan ada perbedaan antar perlakuan
L	= Panjang benda uji (mm)

- P** = Beban maksimum (N)
- t** = Tinggi balok (mm)
- V** = Isi Wadah (cm³)
- V benda uji** = Volume benda uji (cm³, dimana : 1ml = 1cm³)
- Wa** = Berat Benda Uji Keadaan Kering oven
- Wssd** = Berat Benda Uji Keadaan Saturated Surface Dry (SSD) atau
Jenuh Permukaan kering (gr)
- μ** = Nilai Rata-Rata Variabel Tak Bebas Dalam Suatu Kelompok
Perlakuan
- ΔL** = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Alat Uji Kuat Tekan Silinder 10 x 20 cm	20
Gambar 2.2	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm	21
Gambar 2.3	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	22
Gambar 3.1	Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian	38
Gambar 4.1	Aparatus Slump Test.....	54
Gambar 4.2	Uji Kuat Tekan Silinder 10 x 20.....	59
Gambar 4.3	Uji Tarik Belah Silinder 15 x 30 cm.....	61
Gambar 4.4	Uji Tarik Lentur Balok 15 x 15 x 60 cm.....	62
Gambar 4.5	Uji Modulus Elastisitas Silinder 15 x 30 cm.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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

tahap pencetakan dan perawatan (*curing*) beton yang dicetak. Pembangunan struktur beton yang memiliki ketahanan membutuhkan pemadatan yang baik yang dilakukan oleh tenaga-tenaga kerja terampil. Semakin berkurangnya tenaga-tenaga kerja terampil dalam dunia konstruksi di Jepang mengakibatkan beton kadang-kadang tidak terpadatkan dengan baik sehingga menurunkan mutu pekerjaan konstruksi. Salah satu pemecahan untuk memperoleh struktur beton yang memiliki ketahanan yang baik adalah dengan menggunakan SCC (Self Compacting Concrete). SCC pertama kali dikembangkan di Jepang pada pertengahan tahun 1980-an dan mulai digunakan pada konstruksi beton pada awal tahun tahun 1990-an (Okamura et.al. 2003). SCC adalah suatu beton yang memiliki sifat kecairan (*fluidity*) yang tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi ruang-ruang di dalam cetakan tanpa proses pemadatan atau hanya sedikit sekali memerlukan getaran untuk memadatkannya. Hal ini dapat mengurangi waktu proses pemadatan. Dengan tingkat kecairan yang tinggi, maka SCC mampu diangkat dan dibawa dengan mudah melalui pompa ke tingkat yang tinggi pada pengecoran bangunan berlantai banyak. Salah satu bahan kimia yang mempengaruhi kemampuan SCC untuk mengalir adalah superplastisizer. Superplastisizer yang ada di pasaran terbagi ke dalam empat basis kelompok yaitu, polycarboxylate ether, modified lignosulfonates, sulfonated melamin formadehyded condensate dan sulfonated naphhtalein formaldehyde condensate. Tiap jenis superplasticizer memberikan reaksi yang berbeda, tergantung konfigurasi kimia dan berat molekulnya. Dosis superplasticizer, jenis semen, komposisi mix desain beton menentukan kemampuan superplasticizer untuk melakukan reaksi (Papayianni et.

al, 2005). Kemampuan menahan beban lentur merupakan salah satu kriteria yang menentukan dalam mendisain elemen-elemen struktur balok dan pelat struktur gedung serta beton yang digunakan pada perkerasan kaku (rigid pavement). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan pengaliran (flow ability) dan kuat lentur SCC dengan menggunakan superplasticizer berbasis Polycarboxilate (0.4, 0.6 dan 0.8% dari berat semen). Pada penelitian ini kami menggunakan additive superplasticizer dengan kadar 0,3%-0,6% yang berguna untuk mereduksi penggunaan jumlah air terhadap campuran beton agar memudahkan pengerjaan serta menambahkan retarder dengan kadar 0,2% yang berfungsi untuk memperlambat setting time.

1.2 Identifikasi masalah

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

Dari alasan di atas, penyusun mengadakan suatu penelitian dengan SUPERPLASTICIZER dan RETARDER sebagai bahan tambahan ke dalam campuran beton yang merupakan suatu jawaban terhadap pembangunan dengan judul

“EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTICIZER 0,5% DAN RETARDER 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI UMUR BETON”

1.3 Rumusan Masalah

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

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

1.4 Tujuan penelitian

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

1.5 Manfaat penelitian

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

1. Penelitian ini di harapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat additive superplasticizer dan retarder
2. Memberikan informasi tentang perbandingan kekuatan pada variasi umur beton
3. Bagi peneliti, memberikan informasi dasar untuk penelitian selanjutnya dan memberikan masukan pada ilmu pengetahuan

1.6 Batasan penelitian

1. Pengujian superplastisiser dan retarder mengikuti kurva linear dengan variasi umur beton 3,7,14,28 hari
2. Pengujian yang dilaksanakan antara lain compression test dan Bending

1.7 Hipotesa penelitian

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

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari

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

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

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

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

- Terjadi perubahan additive retarder jika dicampur karena sifat retarder adalah sebagai memperlambat proses pengerasan semen,
- Terjadi perubahan superplastisiser dan retarder jika di campur karena sifat superplastisiser adalah sebagai Penggunaan *water reducer* (*superplstisizer*) bertujuan untuk mengurangi air campuran sebesar 5-20%. yang dapat mengakibatkan mengecilnya perbandingan faktor air semen (dapat mencapai 0,25-0,40) yang dapat menimbulkan kerusakan pada beton mutu tinggi karena terlalu encer. *Water reducer* ini juga bisa dikombinasikan dengan retarder pada *ready mix 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 : PT Sika, Surabaya
- Retarder : PT Sika, Surabaya

b. Variasi Campuran :

- Beton dengan tanpa penambahan additive 0%
- Superplasticizer 0,5 % + retarder 0,2 %

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

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

Penelitian tentang pengaruh plastiment-vz dilakukan Universitas Kristen Petra dalam website mereka dewey.petra.ac.id dengan judul “Studi pengaruh admixstur plastiment-vz pada beton” Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan admixture Plastiment-VZ berdampak meningkatkan kekuatan beton terutama kekuatan awal 7 hari, serta waktu pengikatan awal dan akhir beton.

Penelitian tentang pengaruh penambahan Additive accelerator dan retarder dilakukan oleh Dini R.R .R.S dan Perdana T.P.A sebagai Tugas akhir dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN ADDITIVE ACCELERATOR DAN RETARDER TERHADAP THICKENING TIME DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN KONSENTRASI”** Dan hasil penelitian menunjukkan parameter yang perlu diperhatikan dalam proses penyemenan adalah lamanya waktu semen masih dapat dipompakan atau thickening time, dimana thickening time ini tidak boleh melebihi lamanya proses pemompaan semen, karena jika semen mengeras sebelum waktu pemompaan selesai akan menghambat bahkan bisa menghentikan proses penyemenan, di satu sisi waktu pengeringan juga tidak boleh terlalu lama, idealnya setelah proses pemompaan semen, diharapkan semen sudah mengering sempurna, karena jika terlalu lama otomatis akan menambah biaya operasional. Namun 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 di lakukan oleh pemilik website dewey.petra.ac.id dengan judul **“Pengaruh penggunaan superplasticizer tipe polycarboxylate dan naphthalene pada mortar segar dengan menggunakan semen local”** Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum superplasticizer tipe P compatible dengan semen lokal yang digunakan. Pada superplasticizer tipe N terlihat pengaruh kompatibilitas yang mencolok antara superplasticizer dengan jenis semen yang digunakan. Superplasticizer tipe P juga mampu memberikan flowability dan retention yang

lebih baik dibandingkan superplasticizer tipe N. Terlihat juga pengaruh antara flowability dengan kuat tekan mortar. Pemakaian dosis superplasticizer tipe N yang tinggi menyebabkan mortar mengalami perlambatan pada perkembangan kekuatannya bahkan kehilangan kekuatan akhir, sedangkan pada tipe P tidak menimbulkan pengaruh pada kekuatan akhir.

2.1.2 Pengertian Beton

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

Secara umum tujuan dari rancangan campuran beton sebagai berikut :

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

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

2.1.3 Material Pembentuk Beton

2.1.3.1 Semen

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

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

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

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland diklasifikasikan sebagai berikut:

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

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

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

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

- Kapur (CaO) 60% - 66%
- Silika (SiO₂) 19% - 25%
- Alumina (Al₂O₃) 3% - 8%
- Oksida Besi (Fe₂O₃) 1% - 5%
- Oksida Magnesium (MgO) dibatasi sampai dengan 4%

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

2.1.3.2 Agregat Halus (Pasir)

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

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

2.1.3.3 Agregat Kasar (Kerikil)

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

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

4. Kekerasan dari butir-butir agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji dari Rudeloff dengan beban penguji 20 t, dimana harus memenuhi syarat-syarat berikut :
- Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 9,5 – 19 mm lebih dari 24% berat.
 - Tidak terjadi pembubukan sampai fraksi 19-30 mm lebih dari 22% atau dengan mesin pengaus Los Angelos, dimana tidak terjadi kehilangan berat lebih dari 50%.
5. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan dalam pasal 3.5 ayat 1, harus memenuhi syarat-syarat berikut :
- Sisa di atas ayakan 31,5 mm, harus 0% beratnya.
 - Sisa di atas ayakan 4 mm, harus berkisar antara 90 % dan 98% berat.
 - Selisih antara sisa-sisa kumulatif di atas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% dan minimum 10% berat.
- Besar butiran agregat maksimum tidak boleh lebih dari pada $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan, $\frac{1}{3}$ dari tebal plat atau $\frac{1}{4}$.

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

2.1.3.4 Air

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

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

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

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

2.1.3.5 High Range water Reducer Superplasticizers (HRWR)

Superplasticizer adalah zat-zat polymer organik yang dapat larut dalam air yang telah dipersatukan dengan menggunakan proses polymerisasi yang kompleks untuk menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel

semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi.

Penerapan:

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

Pengaruh:

- Meningkatkan fluiditas beton dengan pengaruh yang kecil pada waktu setting

Keterangan:

Unsur kimia yang terkandung dalam Superplasticizer yaitu:

- Kondensi sulfonat
- Melamine formaldehyde
- Sulfonat naphthalin formaldehyde
- Lignosulphonat

2.1.3.6 Retarder

Retarder adalah bahan kimia pembantu untuk memperlambat waktu pengikatan (setting time) sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan (workable) untuk waktu yang lebih lama. Temperatur yang tinggi 30°-32° C atau sering menyebabkan makin cepatnya hardening, yang menyebabkan sukarnya

penurunan dan penyelesaian. Salah satu cara untuk mengulanginya adalah dengan menurunkan temperature dengan mendinginkan air atau agregat atau keduanya. Retarder tidak menurunkan temperature awal. fungsi retarder adalah memperlambat waktu pengikatan (set) dan pengerasan (hardening). Untuk pengangkutan yang lama, misalnya pada pembuatan beton jadi (ready mix), menunda waktu pengikatan awal dengan tetap menjaga kelecakannya.

Keterangan:

Unsur kimia yang terkandung dalam Retarder yaitu:

- Asam lignosulfonic dan kandungan garam-garam
- Hydroxy-carboxylic acids dan kandungan garamnya
- Gula dan turunannya
- Garam anorganik

2.2 Sifat Mekanis Beton

2.2.1 Kuat Tekan Beton

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

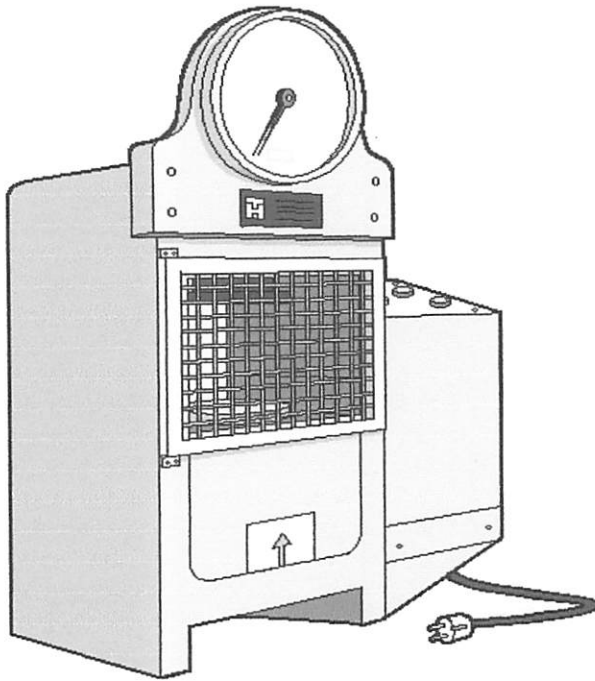
numerik dalam tanda akar saja yang dipakai dan hasilnya tetap mempunyai satuan MPa.

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

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

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

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



Gambar 2.1 : Alat Uji Kuat Tekan

Rumus yang dipakai untuk menghitung kuat tekan adalah :

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

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

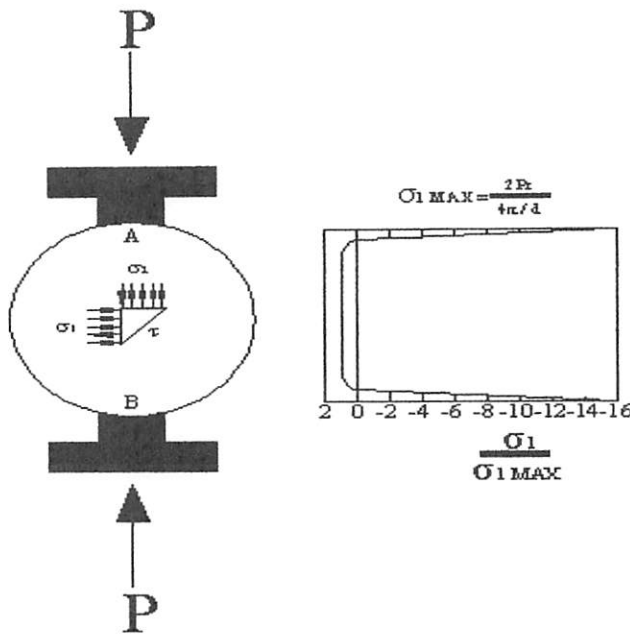
P = beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

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

2.2.2 Kuat Tarik Belah

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



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

Tegangan dihitung dengan rumus :

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

Dimana : P = Beban Maksimum (N)

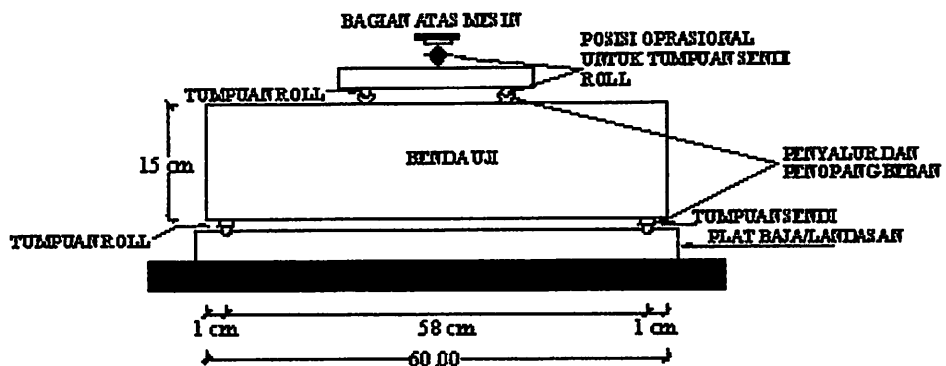
d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

2.2.3 Kuat Tarik Lentur

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

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



Gambar 2.3. : Uji Tarik Lentur Balok

Kuat Tarik Lentur dihitung dengan rumus :

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

2.2.4 Modulus Elastisitas Beton

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

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

Rumus yang dipakai untuk menghitung modulus elastisitas adalah ;

- Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)

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

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

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Beton (E_c)

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

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

Dimana :

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

2.3 Sifat Fisik Beton

2.3.1 Porositas

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

Rumus yang dipakai untuk menghitung Porositas beton adalah

- Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

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

- Perhitungan Porositas

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

Dimana :

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

W_a = berat benda uji keadaan kering oven

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

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

2.3.2 Workabilitas

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

Unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain :

1. Jumlah Air Pencampur.

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan

2. Kandungan Semen.

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

3. Gradasi Campuran Pasir-Krikil.

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

4. Bentuk Butiran Agregat Kasar.

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk 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 ruang lingkup, memilih fakta dan menentukan relevansi pelaksanaan kegiatan.
- c. Menghindari peneliti dari suatu kegiatan pelaksanaan penelitian yang tidak terarah dan tidak bertujuan.

Hipotesis dapat dibagi menjadi 2 bagian sebagai berikut :

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

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

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

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

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

- a. Distribusi Binomial

Distribusi Binomial adalah suatu distribusi probabilitas yang dapat digunakan bilamana suatu proses sampling dapat diasumsikan sesuai dengan proses Bernoulli. Misalnya, dalam perlemparan sekeping uang logam sebanyak 5

kali, hasil setiap ulangan mungkin muncul sisi gambar atau sisi angka. Begitu pula, bila kartu diambil berturut-turut, kita dapat memberi label “berhasil” bila kartu yang terambil adalah kartu merah atau “gagal” bila yang terambil adalah kartu hitam. Ulangan-ulangan tersebut bersifat bebas dan peluang keberhasilan setiap ulangan tetap sama, yaitu sebesar $\frac{1}{2}$..(Ronald E. Walpole)

b. Distribusi Poison (σ^2)

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

c. Distribusi Normal (Z)

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

d. Distribusi Student (t)

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

e. Distribusi Chi Kuadrat (X^2)

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

f. Distribusi Fisher (F)

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

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

2.6.1 Hipotesis Penelitian

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

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

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

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

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

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

2.7 Analisa regresi

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

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

dalam persamaan regresi hanya terdapat satu variabel bebas dan satu variabel terikat, maka disebut sebagai persamaan regresi sederhana, sedangkan jika variabel bebasnya lebih dari satu, maka disebut sebagai persamaan regresi berganda.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton, Institut Teknologi Nasional Malang yang dimulai dari pengujian bahan, rancangan campuran, pengecoran, dan percetakan benda uji serta pengetesan sampel.

3.2. Metode Penelitian

Studi penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

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

3.3. Populasi dan Sampel

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

Tabel 3.1. Populasi dan Sampel Benda Uji

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

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

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

a. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini :

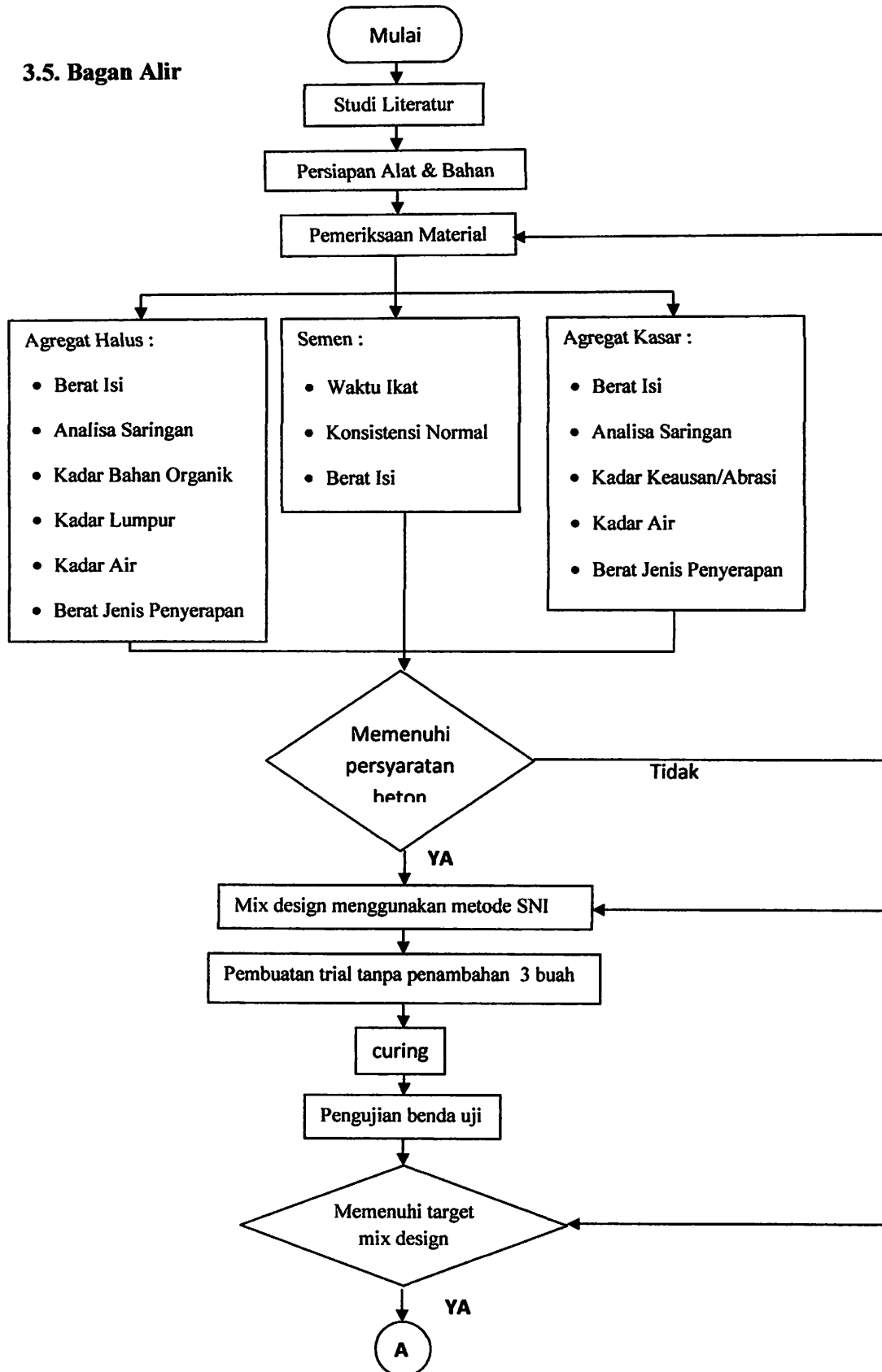
- Semen : Semen Tiga roda Type 1.
- Agregat Halus (pasir) : Pasir dari kali Lesti, Lumajang.
- Agregat Kasar (kerikil) : Kerikil dari Pandaan.
- Air : Air dari PDAM Kota Malang.
- Superplasticizer : PT Sika, Surabaya
- Retarder : PT Sika, Surabaya

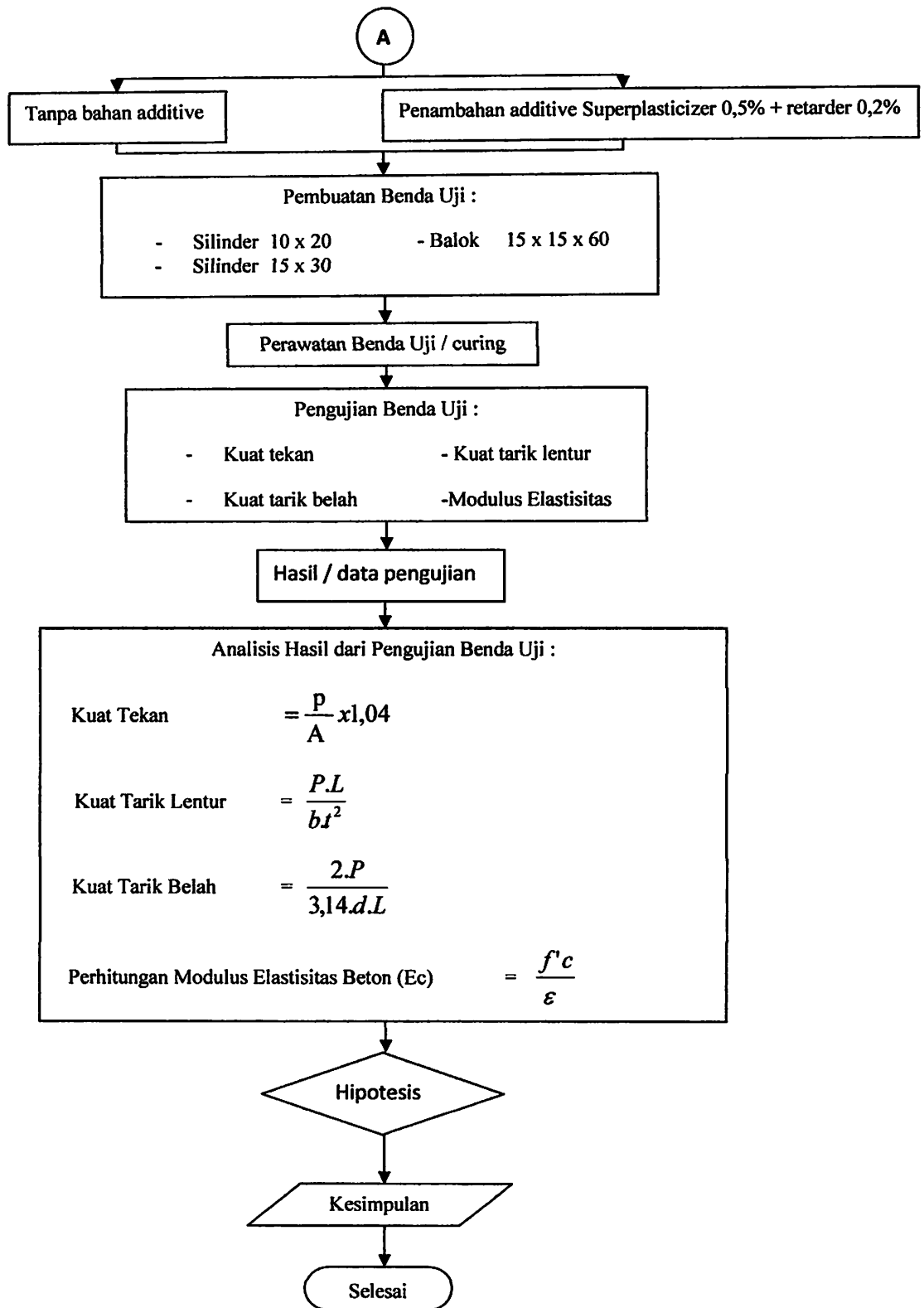
b. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini :

- Satu set saringan 76.2 mm (3"); 53.5 mm (2.5"); 35.5 mm (1"); 19.5 mm (3/4"); 12.5 mm (1/2"); 9.5 mm (3/8"); No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200 (Standart ASTM).
- Neraca analitik kapasitas maksimum 200 gr dengan ketelitian 0.1 % dari berat contoh, berikut satu set timbangan terdiri dari 50 gr sampai dengan 100 gr.
- Kuas untuk membersihkan cetakan benda uji, sikat kuningan dan sendok.
- Gelas ukur 200 H dengan ketelitian 1 ml.
- Talam – talam.
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, untuk memanasi suhu sampai (110 ± 5)° C.
- Mesin pengguncang saringan.
- Keranjang kawat ukuran 3.35 mm, atau 2.36 mm (No.6 atau No.8) dengan kapasitas kira - kira 5 kg.
- Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai dengan pemeriksaan.
- Timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0.1 % dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- Piknometer dengan kapasitas 500 ml.

- Kerucut Terpancung (cone), diameter bagian atas (40 ± 3) mm, diameter bagian dalam (90 ± 3) mm, tinggi (75 ± 3) mm dibuat dari logam tebal minimum 0.8 mm.
- Batang penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata (34 ± 15) gr, diameter permukaan penumbuk (25 ± 3) mm.
- Pengukur suhu dengan ketelitian pembacaan 1°C .
- Bejana tempat air.
- Air suling.
- Cetakan berupa kerucut terpancung dengan bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm.
- Tongkat pemangkat dengan diameter 16 cm, panjang 60 cm, ujung dibulatkan dan sebaiknya dari baja tahan karat.
- Sendok cekung.
- Cetakan
- Mesin pengaduk beton.
- Dan peralatan tambahan lainnya.

3.5. Bagan Alir





Gambar 3.1.: Bagan Alir Proses Pelaksanaan Penelitian

3.6. Metode Pengumpulan Data

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

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

3.7. Teknik Analisa Data

Selanjutnya dari data-data yang didapat dilakukan perhitungan secara analitis dan eksperimen. Dari hasil perhitungan secara analitis dan eksperimen tersebut untuk selanjutnya dicari prosentase kesalahannya. Perlakuan yang terjadi dalam satu kelompok diakibatkan oleh penambahan limbah marmer pada beton. Untuk mengetahui kontribusi bahan tambahan pada beton. Sebelumnya akan dilakukan perhitungan secara statistik mengenai hubungannya apakah limbah marmer 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/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,60 gr/cm³
- Berat jenis agregat kasar = 2,71
- Berat jenis agregat halus = 2,66
- Ukuran agregat maksimum = 20 mm
- Kadar air agregat halus = 3,68 % kondisi asli & 4,59 % kondisi SSD
- Kadar air agregat kasar = 1,26 % kondisi asli & 1,81 % kondisi SSD

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

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

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

Tabel 4.1. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

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

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

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

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

5. Jenis semen yang digunakan : Tiga Roda PPC

6. Jenis Agregat Kasar : Dipecah

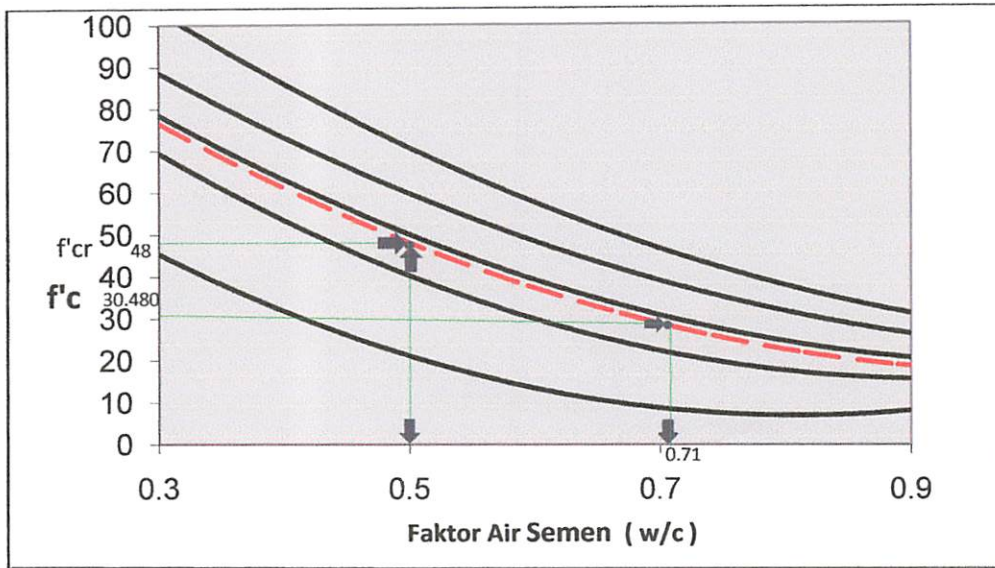
Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

7. Faktor air semen (W/C) :

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

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi



Grafik 4.1. : Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C

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

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

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

8. Faktor air semen maksimum :

Tabel 4.3. : Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

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

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*

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

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

Kadar air bebas : 196,8997

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

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

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

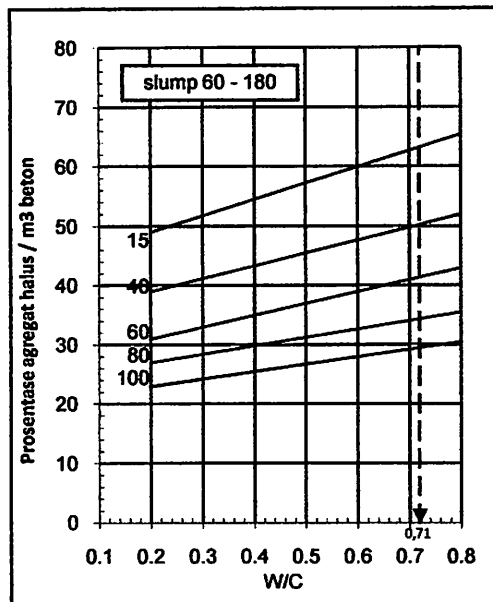
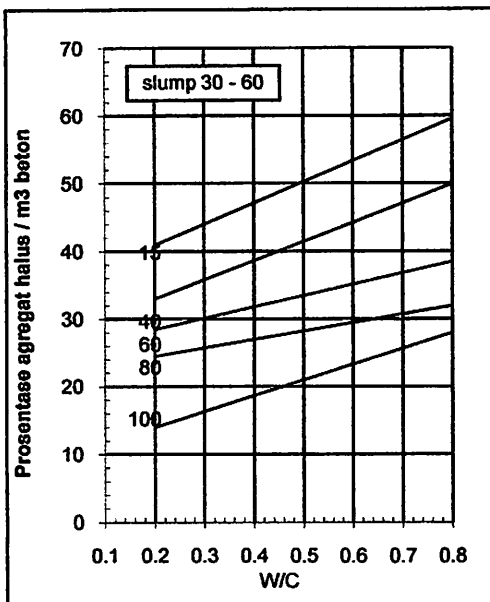
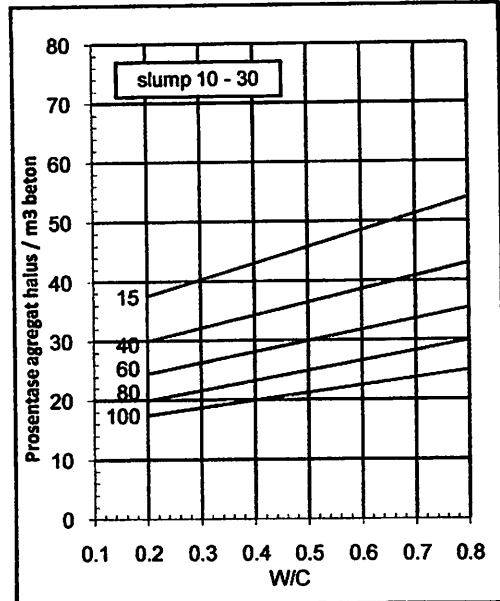
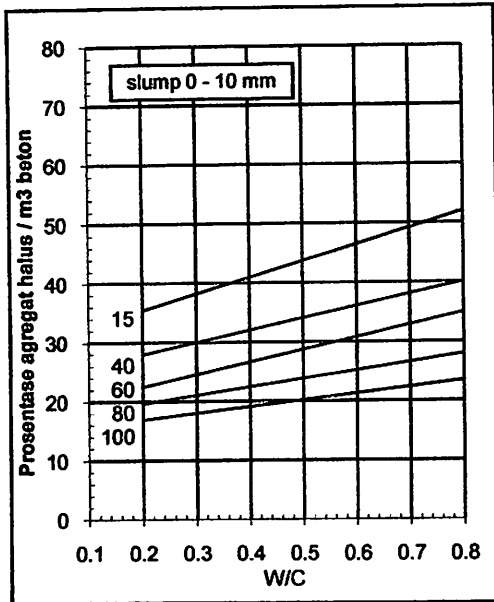
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.3 dengan w/c maksimum 0.45 diperoleh jumlah semen minimum 400 kg/m³

14. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan adalah nilai terbesar antara jumlah pemakaian semen minimum (no.13) dengan jumlah semen minimum (no.12), yaitu 277.3235 kg/m³.

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

Dengan menggunakan 4 grafik



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

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

16. Proporsi agregat kasar : $100\% - 45,95\% = 54,05\%$

17. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) : 2,66

18. Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) : 2,71

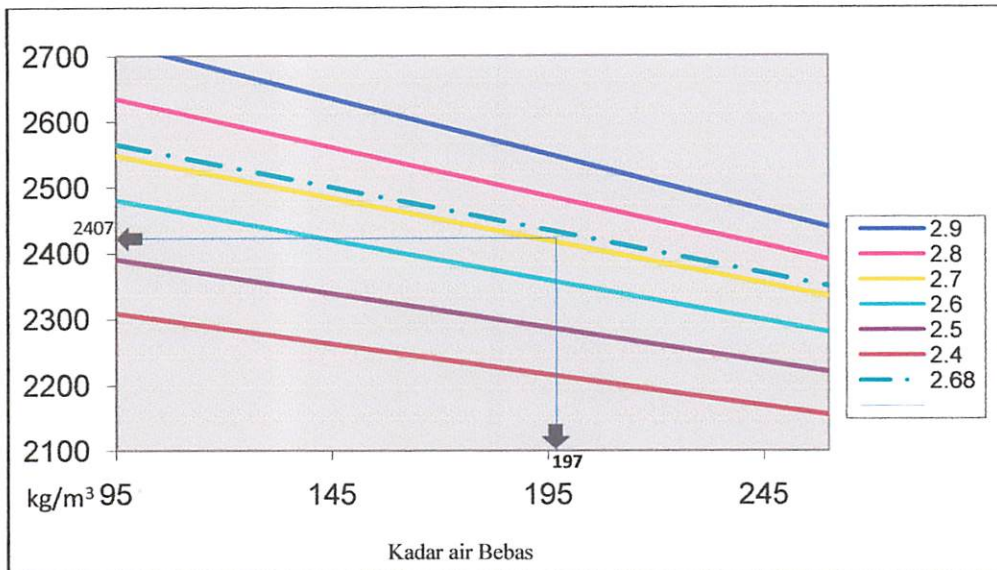
19. Berat jenis agregat gabungan :

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

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

$$= 2,687$$

20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada grafik 4.3 di dapat 2407



Grafik 4. 3. : Perkiraan berat jenis beton segar

21. Total jumlah agregat
 = Berat jenis beton basah (no.20) – Kadar air bebas (no.11) – jumlah semen yang di rencanakan (n0.12)
 = (2407)-(196,8997)-(277,3235) = 1932,7768 kg/m³
22. Jumlah agregat halus :
 = $\frac{\text{Proporsi agregat halus (no :15)x jumlah total agregat (no 21)}}{100}$
 = $\frac{45,00 \times 1932,7768}{100}$
 = 869,74 kg/m³
23. Jumlah agregat kasar
 = $\frac{\text{Proporsi agregat kasar (no :17)x jumlah total agregat (no. 21)}}{100}$
 = $\frac{55,00 \times 1932,7768}{100}$
 = 1063,03 kg/m³
24. Kadar air agregat halus (asli) : sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 3,68 %
25. Kadar air agregat kasar (asli): sesuai dengan tabel pemeriksaan maka didapat = 1,26 %
26. Kadar air agregat halus (SSD) : sesuai dengan pemeriksaan tabel maka didapat = 4,59 %

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

28. Kelebihan air dalam agregat halus

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

29. Kelebihan air dalam agregat kasar

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

30. Jumlah agregat halus

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

31. Jumlah agregat kasar

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

32. Jumlah air

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

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

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

Tabel 4.5 : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

4.2. Perhitungan kebutuhan bahan

4.2.1. Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan/m³.

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

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

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

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

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

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

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

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

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

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

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

Keterangan : 1,2 = merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji.

Untuk kebutuhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

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

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

BERAT ADDITIVE

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

Superplasticizer 0.5% *Retarder 0.2%

silinder 15*30							
	v 1	v 2	v1*v2	benda uji	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	RETARDER
semen	277,32	0,0064	1,7633	3	5.29	0.50%	0.20%
agregat halus	862,18	0,0064	5,4822	3	16.45	2.65%	1.06%
agregat kasar	1057,36	0,0064	6,7232	3	20.17	29.12154722	11.93427984
air	198,35	0,0064	1,2612	3	3,786		
silinder 10*20							
	v 1	v 2	v1*v2	benda uji	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	RETARDER
semen	277.32	0.001884	0.5225	12	6.270	0.50%	0.20%
agregat halus	862.18	0.001884	1.6243	12	19.492	3.13%	1.25%
agregat kasar	1057.36	0.001884	1.9921	12	23.905	34.5144263	14.1443317
air	198,35	0.001884	0,3737	12	4,484		
balok 15*15*60							
	v 1	v 2	v1*v2	benda uji	volume benda uji	ADDITIVE	
	kg	kg	kg			SP	RETARDER
semen	277.32	0.0162	4.4926	1	4.493	0.50%	0.20%
agregat halus	862.18	0.0162	13.9673	1	13.967	2.25%	0.90%
agregat kasar	1057.36	0.0162	17.1292	1	17.129	24.7316749	10.1352695
air	198,35	0,0162	3,2133	1	3,2133		

Sumber : Data Hasil Penelitian

4.3. Pelaksanaan Campuran Beton

4.3.1. Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)

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

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

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

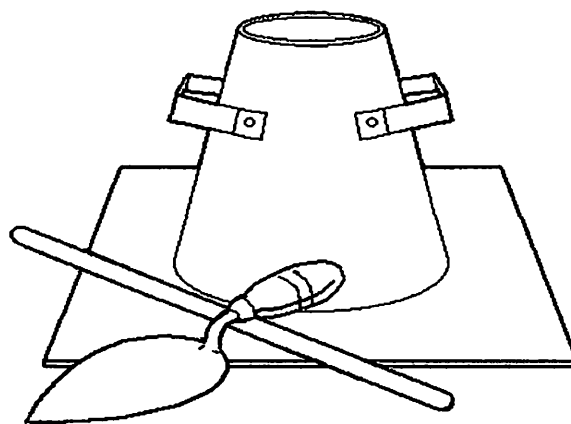
4.3.2. Uji Slump Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4.1. : Aparatus Slump Test

C. Prosedur Pelaksanaan

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

4.3.3. Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji

A. Tujuan

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

sebagai bahan campuran untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton

B. Peralatan

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

C. Prosedur Pelaksanaan

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

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

D. Perawatan Benda Uji

Langkah – langkah perawatan benda uji

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

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

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

E. Persiapan Pengujian

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

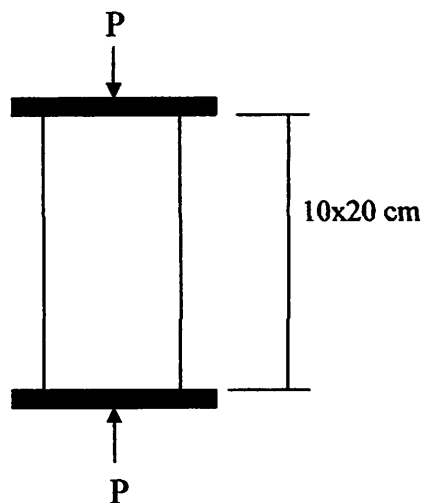
4.3.4. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Lentur Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4. 2 : 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

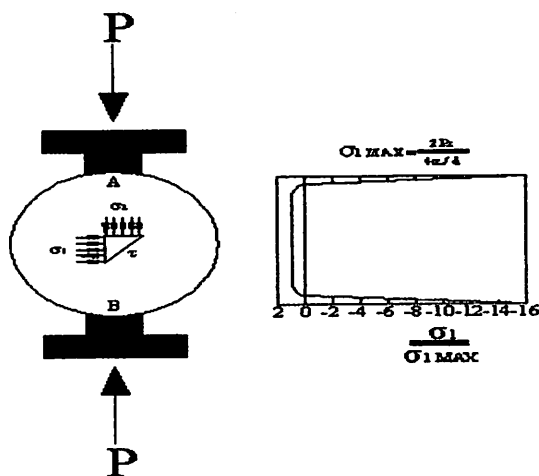
a. Kuat Tekan Beton :

- 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/cm² s/d 6 kg/cm² per detik.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji terbelah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji terbelah.
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa.



Gambar 4.3. : Uji Tarik Belah Silinder

Tegangan dihitung dengan rumus :

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

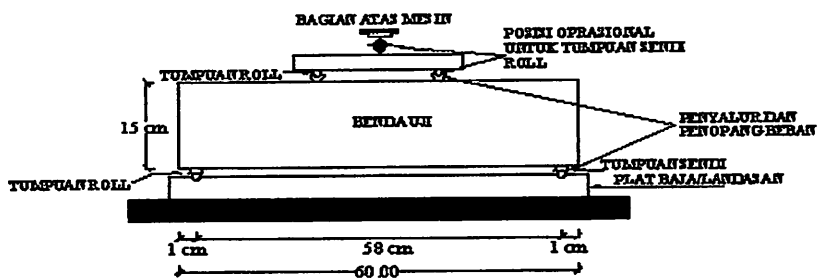
Dimana : P = Beban Maksimum (N)

d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

c. Kuat Tarik Lentur :

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



Gambar 4.4. : Uji Tarik Lentur Balok

Kuat Tarik Lentur dihitung dengan rumus :

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

4.3.5. Pengujian Porositas

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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

C. Pelaksanaan

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

4.3.6. Pengujian Modulus Elastisitas

A. Tujuan

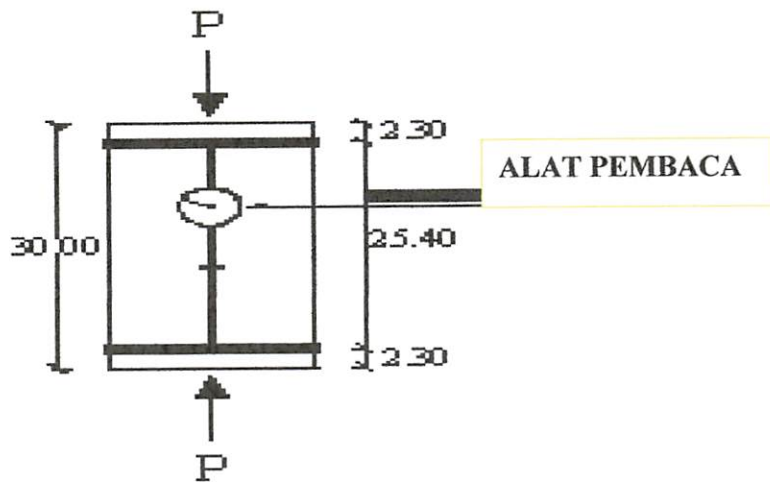
Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui seberapa besar regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan beton benda uji.

B. Peralatan

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

C. Pelaksanaan

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



Gambar 4.5. : Uji Modulus Elastisitas

Rumus yang dipakai untuk menghitung modulus elastisitas adalah ;

- Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)

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

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

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Beton (E_c)

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

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

Dimana :

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

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

L = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

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

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (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

$$\begin{aligned} \sim \text{Tegangan Hancur Riil umur (3 hari)} &= \frac{P}{A} \times 1,04 \\ &= \frac{70000}{3,14 \times 50^2} \times 1,04 \\ &= 9,2739 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sim \text{Tegangan Hancur Riil umur (7 hari)} &= \frac{P}{A} \times 1,04 \\ &= \frac{115000}{3,14 \times 50^2} \times 1,04 \\ &= 15,2357 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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

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

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

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

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

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

Dimana :

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm²)

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

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

~ Kuat tekan rata – rata :

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

~ Standart Deviasi :

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

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

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

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

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

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f_c' sebesar 21,0324 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

5.1.2. Hasil pengujian Kuat Tarik Belah

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

Metode untuk menguji tegangan tarik belah beton ini dinamakan split silinder (*Istimawan Dipohusodo*, struktur beton bertulang) sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian tarik belah, dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tarik belah beton 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	12/2/2010	12/30/2010	28	Silinder 15x30	13.230	180000	2.5478	2.5714
	2	12/2/2010	12/30/2010	28	Silinder 15x30	12.880	170000	2.4062	
	3	12/2/2010	12/30/2010	28	Silinder 15x30	13.330	195000	2.7601	
superplasticizer 0,5% + Retarder 0,2%	1	12/8/2010	1/5/2011	28	Silinder 15x30	13.050	235000	3.3263	3.2083
	2	12/8/2010	1/5/2011	28	Silinder 15x30	12.970	220000	3.1139	
	3	12/8/2010	1/5/2011	28	Silinder 15x30	12.870	225000	3.1847	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.3. Pengujian Tarik Lentur Beton

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

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

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

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

Tabel 5.10. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton

Perlakuan	No	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk Benda uji	L (mm)	Berat (kg)	Tek. Hancur (N)	Teg. Hancur (Mpa)	Kuat Tarik Lentur Rata-rata (Mpa)
Tanpa Bahan Tambahan	1	12/2/2010	12/30/2010	28	Balok 15x15x60	580.000	31.365	21000	3.6089	3.666
	2	12/2/2010	12/30/2010	28	Balok 15x15x60	580.000	33.003	23000	3.9526	
	3	12/2/2010	12/30/2010	28	Balok 15x15x60	580.000	32.661	20000	3.4370	
Superplasticizer 0,5 % + Retarder 0,2 %	1	12/8/2010	1/5/2011	28	Balok 15x15x60	580.000	34.850	26000	4.4681	4.755
	2	12/8/2010	1/5/2011	28	Balok 15x15x60	580.000	34.740	28000	4.8119	
	3	12/8/2010	1/5/2011	28	Balok 15x15x60	580.000	34.380	29000	4.9837	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.4. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

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

Metode untuk menguji Modulus Elastisitas Beton ini disarankan Aman Subakti dalam buku Teknologi Beton, sebagai penjelasan dari analisa tersebut

dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data modulus elastisitas beton batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan.

- **Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)**

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

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

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

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

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

- **Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis**

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

Dimana :

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

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

L = panjang banda uji / tinggi silinder (mm)

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

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm²)

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)

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

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

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

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

- **Perhitungan Porositas**

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

Dimana :

W_{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 porositas 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 :

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

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

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

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

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

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

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	13,248	21,860	26,497	29,146
2	12,586	20,535	27,822	31,796
3	13,248	21,197	28,484	32,459
4	11,924	20,535	23,185	33,121
5	13,248	21,197	29,146	33,121
6	12,586	17,223	23,847	29,809
7	11,924	19,210	26,497	27,822
8	9,274	21,197	28,484	32,459
9	10,599	21,860	29,146	33,121
10	13,248	21,197	28,484	32,459
11	12,586	20,535	27,822	31,796
12	13,248	21,197	29,146	33,121
13	11,924	20,535	26,497	29,809
14	11,924	19,873	28,484	32,459
15	11,924	19,873	27,159	30,471

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n}$
 $= \frac{29,146 + \dots + 30,471}{15}$
 $= 31,531 \text{ MPa}$

- $s = \sqrt{\frac{(29,146 - 31,531)^2 + \dots + (30,471 - 31,531)^2}{15 - 1}}$
 $= 1,966 \text{ Mpa}$

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

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

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

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
&= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
&= 31,531 - \left(2,145 x \frac{1,966}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 31,531 + \left(2,145 x \frac{1,966}{\sqrt{15}} \right) \\
&= 30,4426 < \mu < 32,6198
\end{aligned}$$

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% + Retarder 0,2 %

Variasi	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,5% + Reatader 0,2 %	12,2327	1,2945	0,9750	14,0000	2,1450	11,5157	< μ <	12,9496
Superplasticizer 0,5% + Reatader 0,2 %	20,5350	1,3622	0,9750	14,0000	2,1450	19,7806	< μ <	21,2895
Superplasticizer 0,5% + Reatader 0,2 %	27,3800	2,1276	0,9750	14,0000	2,1450	26,2017	< μ <	28,5584
Superplasticizer 0,5% + Reatader 0,2 %	31,5312	1,9655	0,975	14,000	2,145	30,4426	< μ <	32,6198

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.24. Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,5% dan Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	0,0000	0,0000	26,4968	0,0000
2	12,5860	20,5350	27,8217	31,7962
3	0,0000	21,1975	28,4841	32,4586
4	11,9236	20,5350	0,0000	0,0000
5	0,0000	21,1975	0,0000	0,0000
6	12,5860	0,0000	0,0000	0,0000
7	11,9236	0,0000	26,4968	0,0000
8	0,0000	21,1975	28,4841	32,4586
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0000	21,1975	28,4841	32,4586
11	12,5860	20,5350	27,8217	31,7962
12	0,0000	21,1975	0,0000	0,0000
13	11,9236	20,5350	26,4968	0,0000
14	11,9236	19,8726	28,4841	32,4586
15	11,9236	19,8726	27,1592	30,4713

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah :

Tabel 5.25. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned} \bullet \quad X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n} \\ &= \frac{2,548 + 2,406 + 2,760}{3} \\ &= 2,57 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((2,548 - 2,57)^2 + (2,406 - 2,57)^2 + (2,760 - 2,57)^2)}{3 - 1}} \\ &= 0,207 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

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

Tabel 5.26. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan

Tambahan

Variasi	X	S	P	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% dan Retarder 0,2%	3,2083	0,1254	0,975	2	4,303	2,8968	< μ <	3,5198

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 Retarder 0,2%

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	Superplasticizer 0,5% dan Retarder 0,2%
1	3,326
2	3,114
3	3,185

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$
 $= \frac{3,326 + 3,114 + 3,185}{3}$
 $= 3,2083 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((3,26 - 3,2083)^2 + (3,114 - 3,2083)^2 + (3,185 - 3,2083)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0,1254$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 3,2083 - \left(4.303 x \frac{0,1254}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 3,2083 + \left(4.303 x \frac{0,1254}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,8968 < \mu < 3,5198
 \end{aligned}$$

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% dan Retarder 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,5% dan Retarder 0,2%	3,2083	0,1254	0,975	2	4,303	2,8968	< μ <	3,5198

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 Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	Superplasticizer 0,5% dan Retarder 0,2%
1	3,3263
2	3,1139
3	3,1847

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 Retarder 0,2%**

NO	Superplasticizer 0,5% dan Retarder 0,2% Kuat Tarik Lentur (Mpa)
Variasi	28
1	4,468
2	4,812
3	4,984

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n}$
 $= \frac{4,468 + 4,812 + 4,984}{3}$
 $= 4,7546 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((4,468 - 4,7546)^2 + (4,812 - 4,7546)^2 + (4,984 - 4,7546)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0,3045$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 4,7546 - \left(4,303 x \frac{0,3045}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 4,7546 + \left(4,303 x \frac{0,3045}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 3,9981 < \mu < 5,5111
 \end{aligned}$$

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 Retarder 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
Superplasticizer 0,5% dan Retarder 0,2%	4,7546	0,3045	0,975	2	4,303	3,9981	< μ <	5,5111

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 Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Superplasticizer 0,5% dan Retarder 0,2% kuat tarik lentur (MPa)
Variasi	28
1	4,468
2	4,812
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 :

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

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

Tabel 5.38. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Tanpa Bahan

Tambahan Additive

Variasi	X	S	P	dk	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	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	2572.2750	3848.1735	5194.2318	6798.3328
2	2683.6023	4394.3031	6115.5928	7147.1386
3	0	4008.8379	5574.2186	6491.4951
4	2525.1129	4683.4020	5400.6798	7575.9536
5	2399.0308	4590.9985	6371.9755	7136.6126

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Tabel 5.40. Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,5% dan Retarder 0,2%

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	3729,9369	5568,7853	7482,6869	9665,1372
2	3791,5888	6293,3092	6766,6997	9022,2663
3	2966,8458	5663,9783	7487,9713	9071,9652
4	3621,2320	6675,4029	7654,0247	9337,9101
5	3455,9867	6510,9283	9016,1287	10229,8383

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad X &= \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n} \\
 &= \frac{3729,9369 + \dots + 3455,9867}{5} \\
 &= 3513,1180 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- $s = \sqrt{\frac{((3729,9369 - 3513,1180)^2 + \dots + (3455,9867 - 3513,1180)^2)}{5-1}}$
 $= 383,8191$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 2.78$

Dimana : $X =$ Nilai rata-rata

$s =$ Standar deviasi

$P =$ Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 3513,1180 - \left(2.78 x \frac{383,8191}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 3513,1180 + \left(2.78 x \frac{383,8191}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 3036,6201 < \mu < 3989,6160
 \end{aligned}$$

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 Retarder 0,2%

Variasi	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
3	3513,1180	383,8191	0,975	4	2,78	3036,6201	< μ <	3989,6160
7	6142,4808	580,1739	0,975	4	2,78	5422,2152	< μ <	6862,7464
14	7681,5022	952,3007	0,975	4	2,78	6499,2543	< μ <	8863,7501
28	9465,4234	577,5801	0,975	4	2,78	8748,3779	< μ <	10182,4689

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 Retarder 0,2%

Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Kuat Tarik Belah (Mpa)
Variasi	3	7	14	28
1	3729,937	5568,785	7482,687	9665,137
2	3791,589	6293,309	6766,700	9022,266
3	0,000	5663,978	7487,971	9071,965
4	3621,232	6675,403	7654,025	9337,910
5	3455,987	6510,928	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 :

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

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

Tabel 5.44. 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	11,452
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 Retarder 0,2%

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	11,2395	11,2395	7,0166	7,2115
2	11,0446	11,0446	7,6013	8,3809
3	12,4674	12,4674	8,8584	7,2836

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

- $X = \frac{\text{Porositas}}{n}$
 $= \frac{11,2395 + 11,0466 + 12,4674}{3}$
 $= 11.58 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((11,2395 - 11.58)^2 + (11,0466 - 11.58)^2 + (12,4674 - 11.58)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0.895$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 11,58 - \left(4.303 x \frac{0.895}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11,58 + \left(4.303 x \frac{0.895}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 10.366 < \mu < 12.801
 \end{aligned}$$

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 Retarder 0,2%

Variasi	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
3 hari	11,58	0,895	0,975	2	4,303	10,366	< μ <	12,801
7 hari	7,89	1,608	0,975	2	4,303	5,702	< μ <	10,079
14 hari	7,83	1,092	0,975	2	4,303	6,340	< μ <	9,311
28 hari	7,63	0,760	0,975	2	4,303	6,591	< μ <	8,660

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 Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Porositas	Porositas	Porositas	Porositas
Variasi	3	7	14	28
1	11,239	11,239	7,017	7,211
2	11,045	11,045	7,601	8,381
3	12,467	12,467	8,858	7,284

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 lainya 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% + Reatarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	9,27	86,00	0,00	0,00	
2	9,27	86,00	12,59	158,41	
3	9,27	86,00	0,00	0,00	
4	0,00	0,00	11,92	142,17	
5	0,00	0,00	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	12,59	158,41	
7	8,61	74,16	11,92	142,17	
8	9,27	86,00	0,00	0,00	
9	9,27	86,00	0,00	0,00	
10	9,27	86,00	0,00	0,00	
11	9,27	86,00	12,59	158,41	
12	9,27	86,00	0,00	0,00	
13	8,61	74,16	11,92	142,17	
14	9,27	86,00	11,92	142,17	
15	8,61	74,16	11,92	142,17	
S Y	109,30		97,38		207
S Y²	996,52		1186,08		2182,59
n	12,00		8,00		20

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 996,52 + 1186,08 \\ &= 2182,59\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{207}{20} \\ &= 2135,7311\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{109,30^2}{12} + \frac{97,38^2}{8} \right) - 2135,7311 \\ &= 45,0539\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 2182,59 - 2135,7311 - 45,0539\end{aligned}$$

$$= 1,8101$$

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	2.183	2135,7311	448,0364
antar perlakuan	1	45,0539	45,0539	
dalam perlakuan	16	1,8101	0,1006	
jumlah	18			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{45,0539}{0,1006} = 448,0364$$

Dalam tabel fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 18) = 4,4139$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 448,0364 > F_{\text{tabel}} = 4,4139$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% 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% + Reatarder 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	3,6093	13,0273	
S Y	7.7141		10,0495		17,7636
S Y²	19.8991		33,7880		53,6871
n	3		3		6,0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 19,8991 + 33,7880 \\
 &= 53,6871
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\&= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\&= \frac{17,7636^2}{6} \\&= 52,5911\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\&= \left(\frac{7,7141^2}{3} + \frac{10,0495^2}{3} \right) - 52,5911 \\&= 0,90906\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\&= 53,6871 - 52,5911 - 0,90906 \\&= 0,18699\end{aligned}$$

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	53,6871	52,59105	19,4464
Antar perlakuan	1	0,909059	0,909059	
Dalam perlakuan	4	0,186987	0,046747	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0,909059}{0,046747} = 19,4464$$

Dalam tabel fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 6) = 7,7078$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 19,4464 > F_{\text{tabel}} = 7,7086$.

Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% 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% + Reatarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	3.6089	13.0241	4,9837	24,8373	
2	3.9526	15.6230	4,8119	23,1539	
3	3.4370	11.8132	4,4681	19,9643	
S Y	10.9985		14,2637		25,2622
S Y²	40.4603		67,9556		108,4159
N	3		3		6,0000

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\
 &= 40,4603 + 67,9556 \\
 &= 108,4159
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{25,2622^2}{6}
 \end{aligned}$$

$$= 106,363$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned} P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{10,9985^2}{3} + \frac{14,2637^2}{3} \right) - 106,363 \\ &= 1,77691 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned} E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 108,4159 - 106,363 - 1,77691 \\ &= 25,7857 \end{aligned}$$

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	108,4159	106,3633	25,7857
Antar perlakuan	1	1,776906	1,776906	
Dalam perlakuan	4	0,275642	0,06891	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{1,7769}{0,06891} = 25,7857$$

Dalam tabel fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 6) = 7,70865$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 25,7857 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% 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% + Reatarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15415,1790	237627742,3921	18376,1130	337681528,6624	
2	15616,6931	243881104,0340	18376,1130	337681528,6624	
3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
4	15210,9954	231374380,7502	18032,6040	325174805,3786	
5	14581,2995	212614295,8245	17325,1655	300161358,8110	
S Y	60824,1670		72109,9954		132934,1624
S Y²	925497523,0007		1300699221,5145		2226196744,5152
n	4		4		8

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 925497523,0007 + 1300699221,5145 = 2226196744,5152 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{132934,162^2}{8} \\ &= 2208936441,9551 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{60824,1670^2}{4} + \frac{72109,9954^2}{4} \right) - 2208936441,9551 \\
 &= 15921240,38
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 2226196744,5152 - 2208936441,9551 - 15921240,38 \\
 &= 1339062,176
 \end{aligned}$$

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	2226196744,5152	2208936441,9551	71,3391
antar perlakuan	1	15921240,38	15921240,38	
dalam perlakuan	6	1339062,176	223177,0293	
jumlah	8			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{15921240,3}{223177,029} \cdot \frac{8}{3} = 71,3391$$

Dalam tabel fisher pada buku Metoda Statistika (*Sudjana,2002; 496*), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 1 ; 8) = 5,98738$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 71,3391 > F_{\text{tabel}} = 5,98738$

Dengan demikian H_0 diterima H_a ditolak, yang berarti bahwa tidak terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% 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% + Reatarder 0,2%		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	15,2866	233,6809	11,2395	126,3261	
2	15,0955	227,8754	11,0446	121,9829	
3	16,3694	267,9581	12,4674	155,4358	
S_Y	46,7516		34,7515		81,50
S_{Y²}	729,5144		403,7448		1133,26
n	3		3		6,00

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 729,5144 + 403,7448 \\ &= 1133,26 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\&= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\&= \frac{81,50^2}{6} \\&= 1107,12\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\&= \left(\frac{46,7516^2}{3} + \frac{34,7515^2}{3} \right) - 1107,12 \\&= 24,0005\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\&= 1133,26 - 1107,12 - 24,0005 \\&= 2,13395\end{aligned}$$

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	1133,26	1107,1247	44,988
Antar perlakuan	1	24,00051	24,00051	
Dalam perlakuan	4	2,1339488	0,5334872	
Jumlah	6			

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

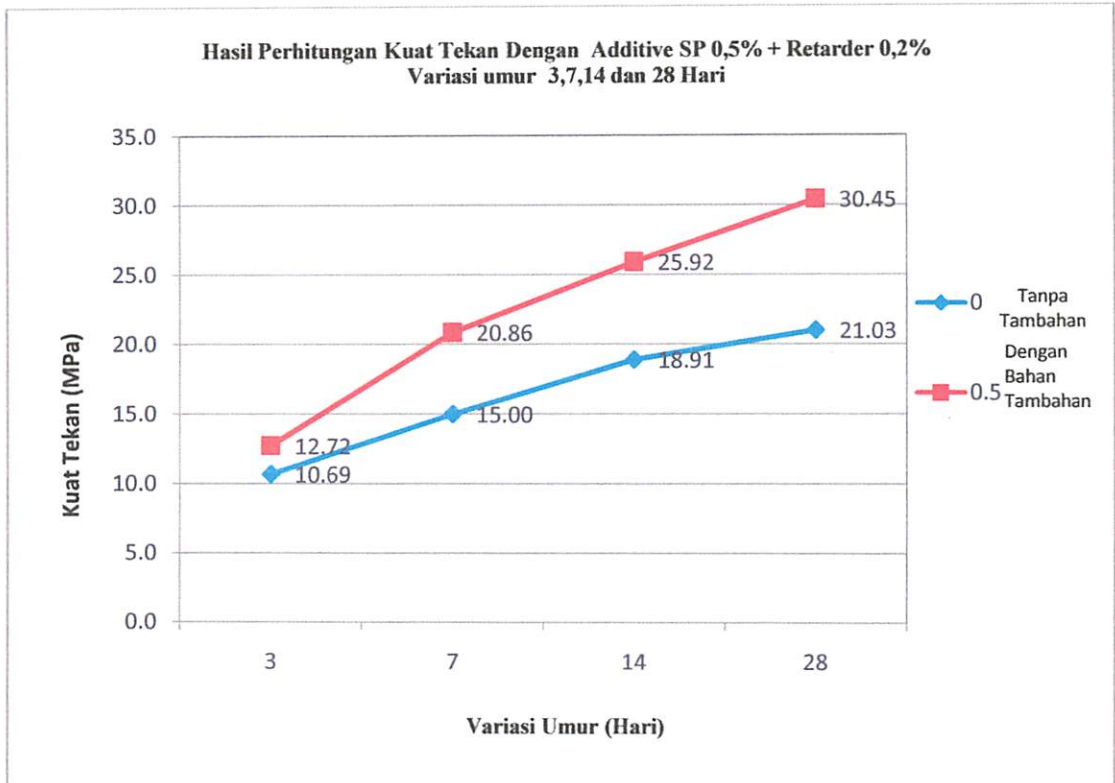
Dalam tabel fisher pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 12) = 7,70865$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 44,988 > F_{\text{tabel}} = 7,70865$.

Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% 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

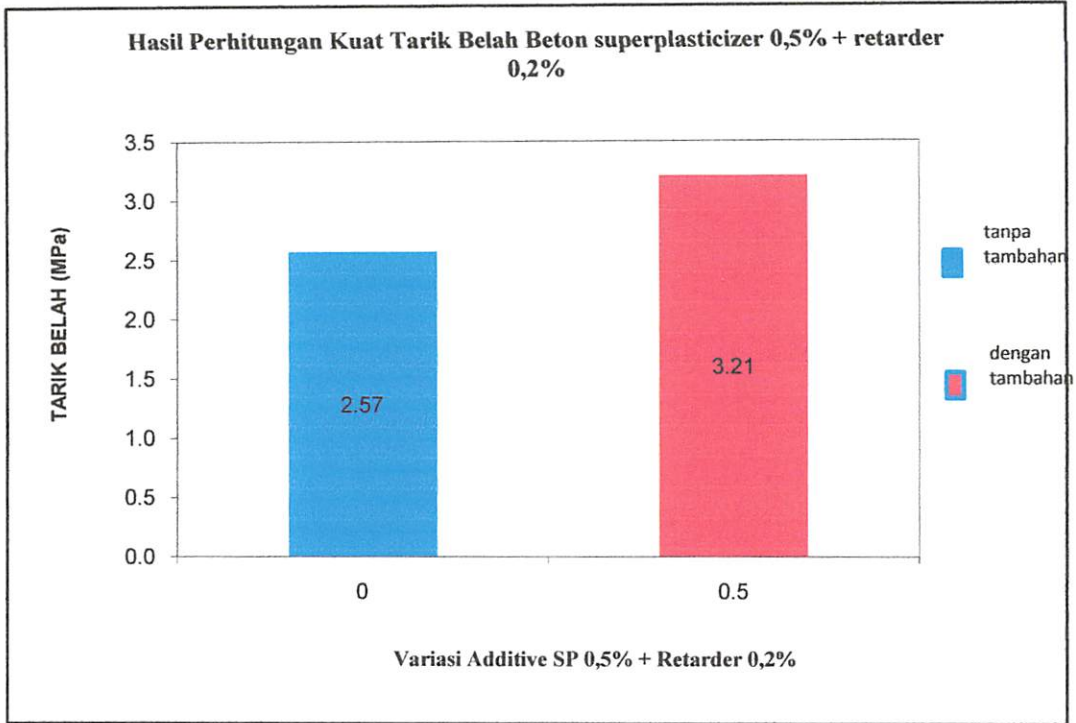
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan akibat penambahan superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2%. Peningkatan kuat tekan pada benda uji silinder ukuran 10x20, dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 15,92%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 28,11% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan

peningkatan 27,07% dan untuk variasi umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 30,93%. Ini dikarenakan sifat dari superplasticizer yang menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi atau menghasilkan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tekan, variasi umur 3hari dan variasi campuran superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% maka nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 18) = 4,4139$ Jadi nilai $F_{hitung} = 448,0364 > F_{tabel} = 4,4139$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan retarder 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:



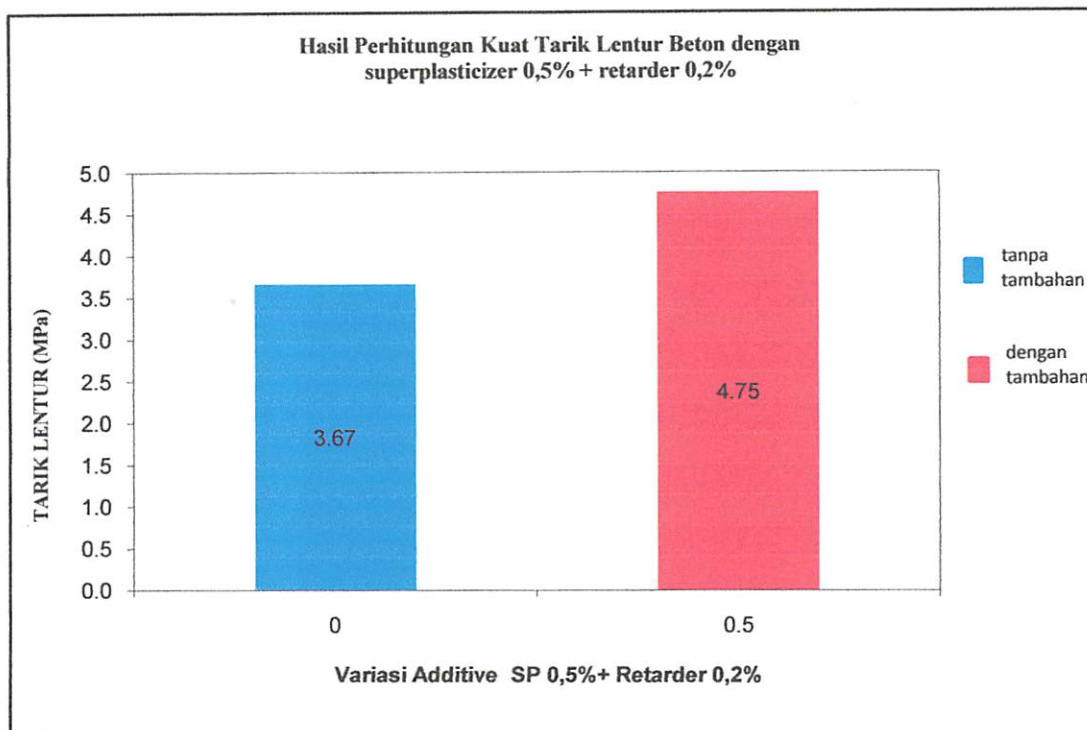
Grafik 5.2. Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran

Pada grafik. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2%. Peningkatan kuat tarik belah pada benda uji silinder ukuran 15x30, untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 19,85%, yakni dari 2,57 MPa menjadi 3,21 MPa. Ini dikarenakan sifat dari superplasticizer yang menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini

akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi, sehingga menghasilkan nilai kuat tarik belah lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan. Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tarik belah pada umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% maka didapat nilai $F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 6) = 7,7078$ Jadi nilai $F_{hitung} = 19,4464 > F_{tabel} = 7,7086$ Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan retarder terhadap nilai tarik belah.

5.4.3. Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada Umur 28 Hari

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



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

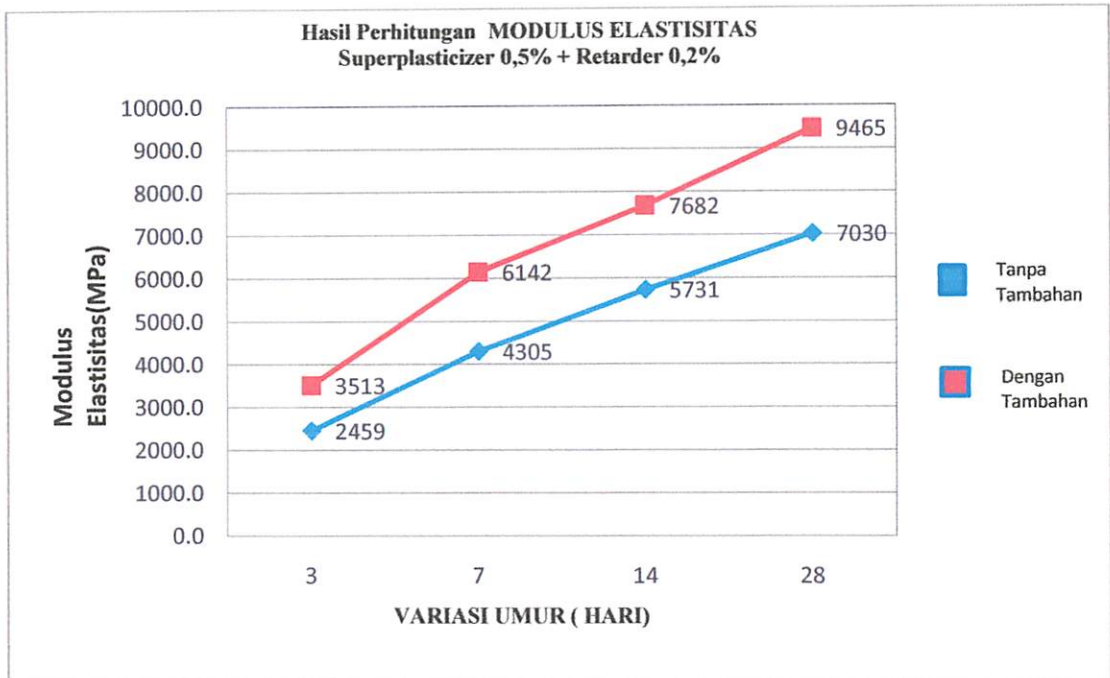
Pada grafik. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer dan retarder. Peningkatan kuat tarik belah pada benda uji balok ukuran 15x15x60, untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 22,89%, yakni dari 3,67 MPa menjadi 4,75 MPa. Ini dikarenakan sifat dari superplasticizer yang menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan

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

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tarik lentur pada umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer dan retarder maka didapat nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 6) = 7,70865$ Jadi nilai $F_{hitung} = 25,7857 > F_{tabel} = 7,70865$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis Haditerima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan retarder 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

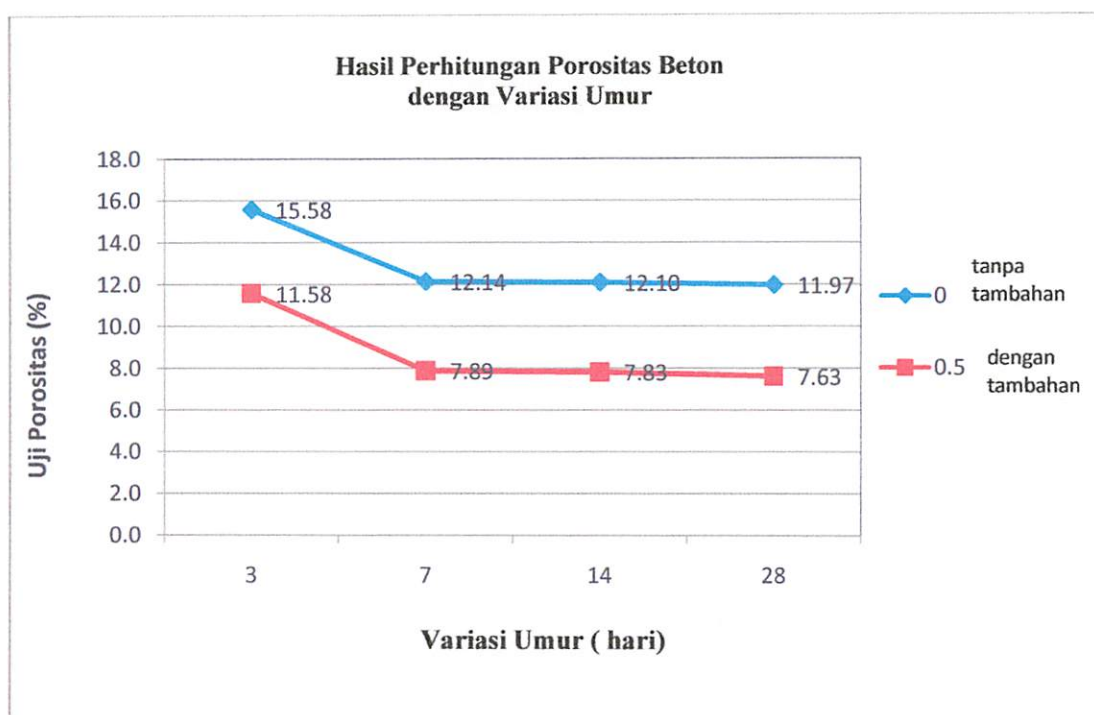
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai modulus elastisitas akibat penambahan superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2%. Peningkatan modulus elastisitas pada benda uji balok ukuran 15x30, dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 30,01%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 29,91% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 25,39% dan untuk variasi umur 28 hari menghasilkan

peningkatan sebesar 25,73%. Ini dikarenakan sifat dari superplasticizer yang menghasilkan molekul-molekul panjang dari massa molecular yang tinggi. Molekul-molekul panjang ini akan membungkus diri mengelilingi partikel semen dan memberikan pengaruh negatif yang tinggi sehingga antar partikel semen akan saling menjauh dan menolak. Hal ini akan menimbulkan pendispersian partikel semen sehingga mengakibatkan keenceran adukan dan meningkatkan workabilitas. Perbaikan workabilitas ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan beton dengan workability yang tinggi, sehingga menghasilkan nilai modulus elastisitas lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis modulus elastisitas variasi umur 3 hari dan variasi campuran superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% maka didapat nilai $F_{tabel} (0.05 ; 1 ; 8) = 5,98738$ Jadi nilai $F_{hitung} = 71,3391 > F_{tabel} = 5,98738$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan retarder terhadap nilai modulus elastisitas.

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

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



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

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai porositas akibat penambahan superplasticizer 0,5% dan retader 0,2%. Penurunan porositas pada benda uji balok ukuran 10x20, untuk variasi umur 3 hari menghasilkan penurunan sebesar 34,53%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan penurunan 53,91% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan penurunan 54,65% dan untuk variasi umur 28 hari menghasilkan penurunan sebesar 57,04%. Ini dikarenakan

benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga pori-porinya kecil dari pada benda uji yang dihasilkan dengan penambahan bahan tambahan yang lainnya.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis porositas variasi umur 3 hari dan variasi campuran superplasticizer 0,5% dan retarder 0,2% maka didapat nilai nilai $F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 12) = 7,70865$ Jadi nilai $F_{hitung} = 44,988 > F_{tabel} = 7,70865$. Maka dapat di ambil kesimpulan bahwa hipotesis H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi penambahan bahan superplasticizer dan retarder terhadap nilai porositas.

5.5 Workabilitas

Dalam pelaksanaan dilapangan kemudahan dalam pengerjaan sangat berpengaruh terhadap hasil mutu yang di tentukan. Semakin tinggi mutu yang digunakan maka semakin banyak kebutuhan akan semen yang akan berpengaruh pada pemakaian air. Karena kami merencanakan beton mutu 20 MPa yang penggunaan air sangat sedikit jadi untuk membantu mempermudah pengerjaan kami menggunakan superplasticizer yang berfungsi untuk memperencer dan accelerator yang berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan. Dengan FAS = 0,71 dan nilai slump sebagai berikut :

Uji Slump Test

Hasil Tes Uji Slump			
Perlakuan	Variasi Umur	FAS	Nilai Slump
Beton Tanpa Tambahan	umur 3 hari	0.71	8,5 ; 8
	umur 7 hari		9 ; 8
	umur 14 hari		8 ; 8,5
	umur 28 hari		9 ; 8,5 ; 8 ; 8,5
Beton Dengan Tambahan Additive Sp 0,5% + Retarder 0,2%	umur 3 hari	0.71	11 ; 11
	umur 7 hari		10,5 ; 12
	umur 14 hari		12 ; 11,5
	umur 28 hari		11,5 ; 11 ; 12 ; 12,5

5.6. Analisa Regresi

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

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

Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

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

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

5.6.1. Analisa Regresi

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

Tabel 5.77. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan

Variasi Umur 3 Hari

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel 5.77. maka didapat persamaan :

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

Dari ketiga persamaan didapat :

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

Maka persamaannya adalah :

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

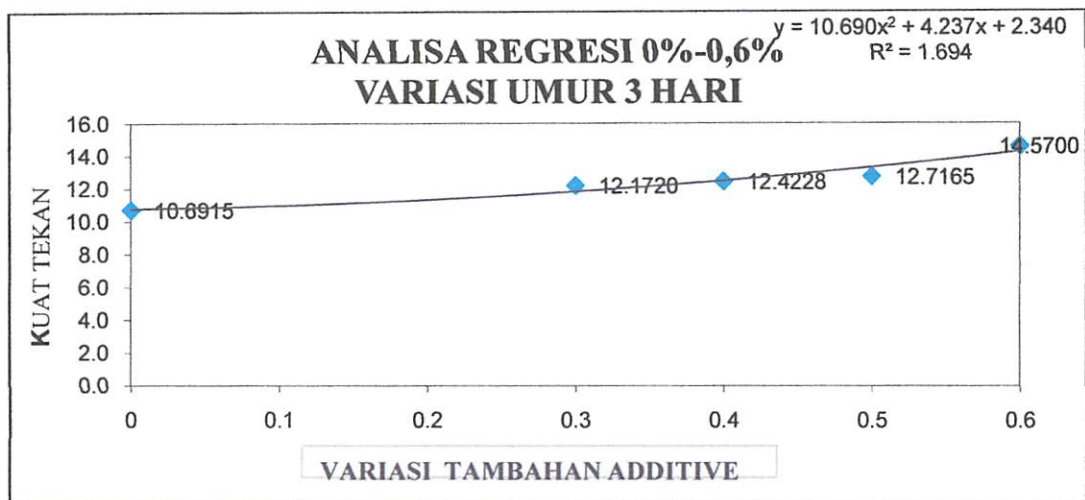
Mencari koefisien determinasi (R^2) :

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

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

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

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



Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

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

Variasi Umur 7 Hari

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

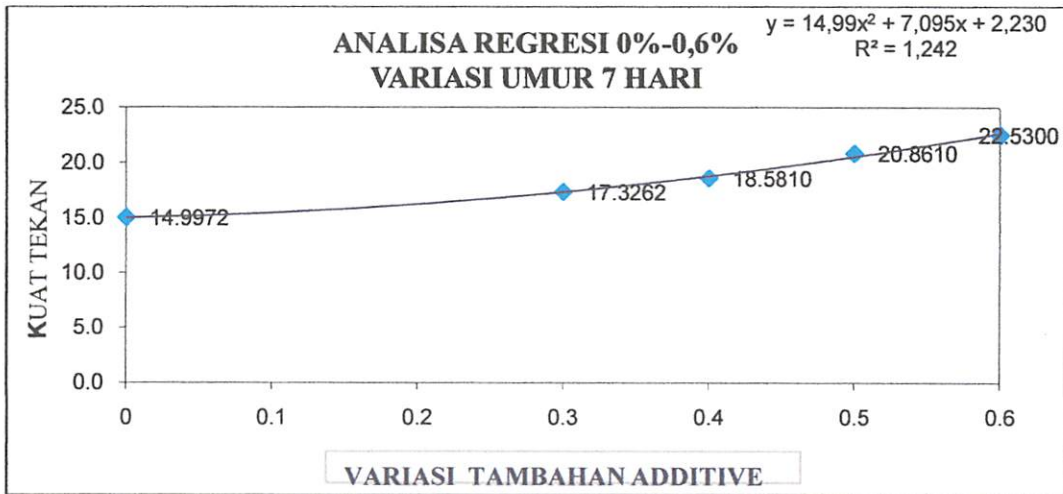
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 1,242$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.7. Analisa Regresi Kuat Tekan

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

Variasi Umur 14 Hari

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

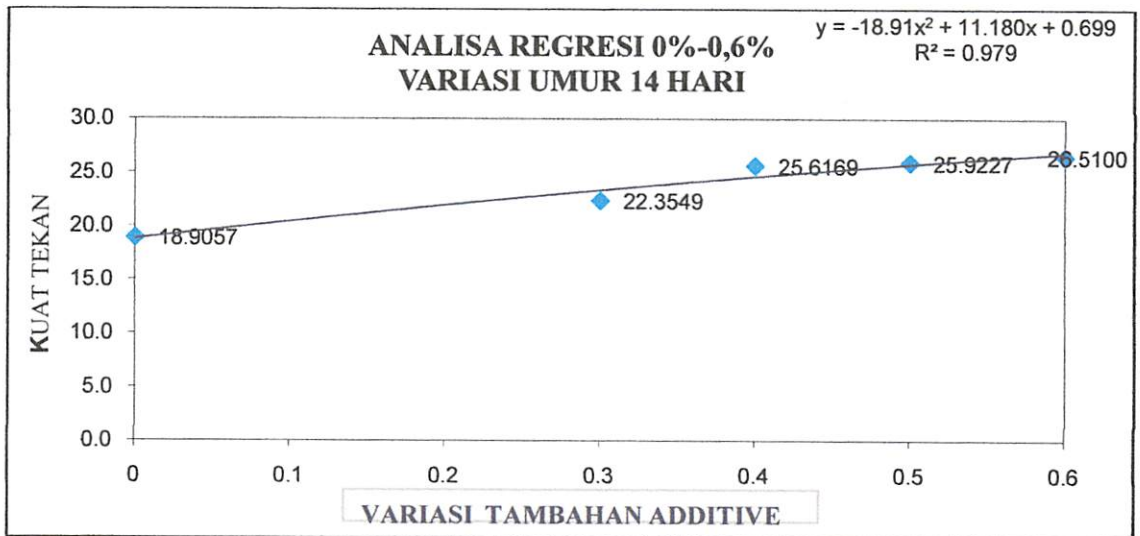
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R²) :

$$R^2 = 0.979$$



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	X ²	X ³	X ⁴	XY	X ² Y	Y ²
1	0	21.032	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	442.364
2	0,3	24.898	0.090	0.027	0.008	7.469	2.241	619.908
3	0,4	28.177	0.160	0.064	0.026	11.271	4.508	793.949
4	0,5	30.452	0.250	0.125	0.063	15.226	7.613	927.300
5	0,6	31.940	0.360	0.216	0.130	19.164	11.498	1020.164
Jmlh	2	136.499	0.860	0.432	0.226	53.130	25.860	3804.684

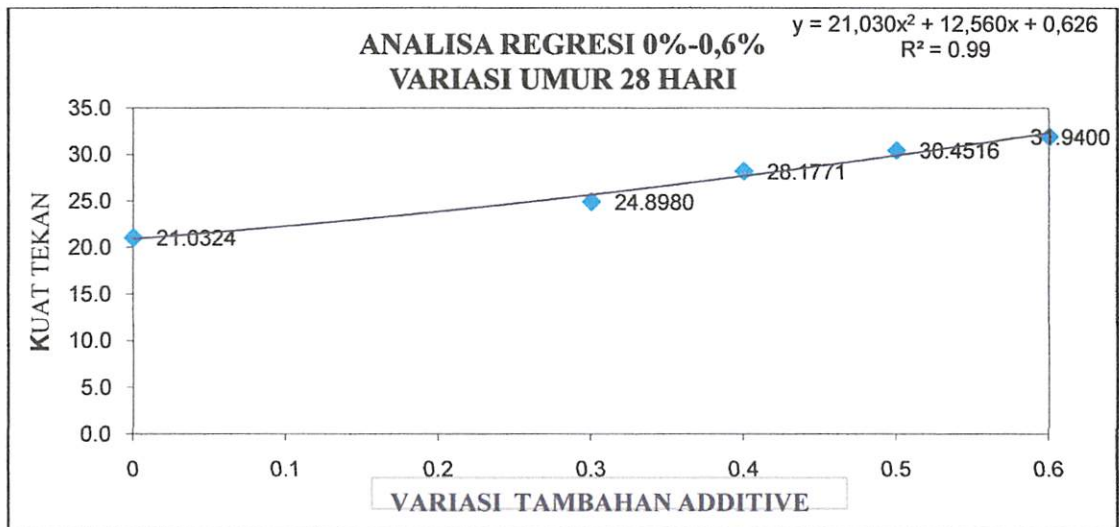
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.99$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.9. Analisa Regresi Kuat Tekan

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

Belah

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

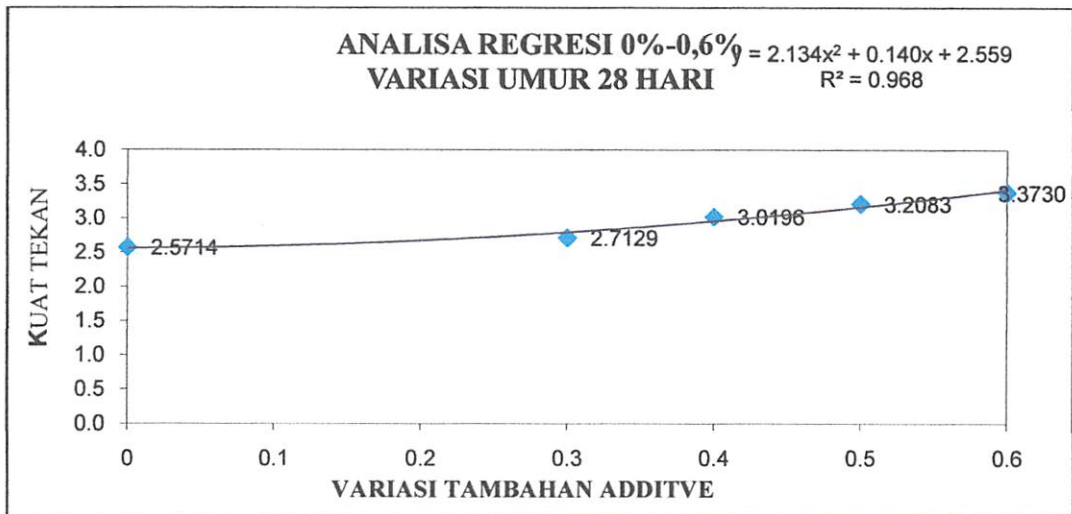
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.968$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.10. Analisa Regresi Kuat Tarik Belah

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

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

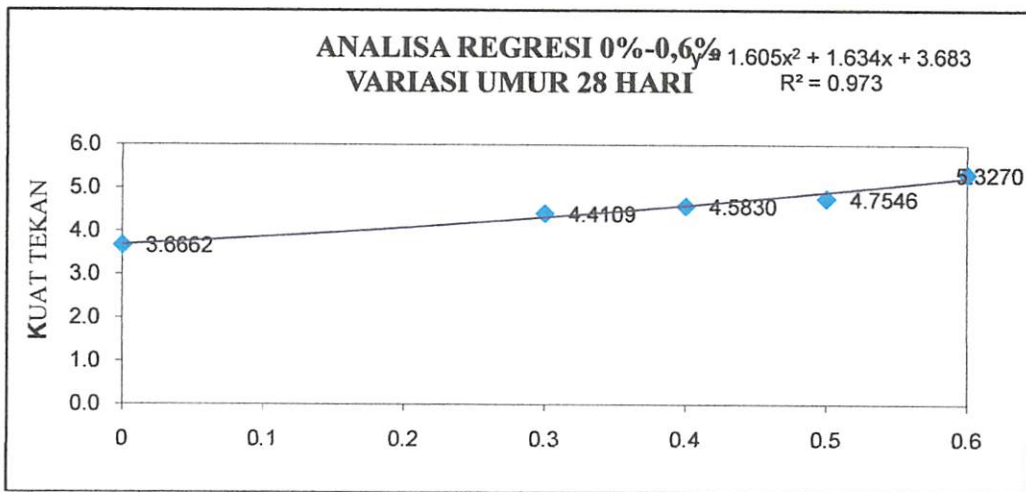
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.973$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.11. Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur

Tabel 5.83. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas

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

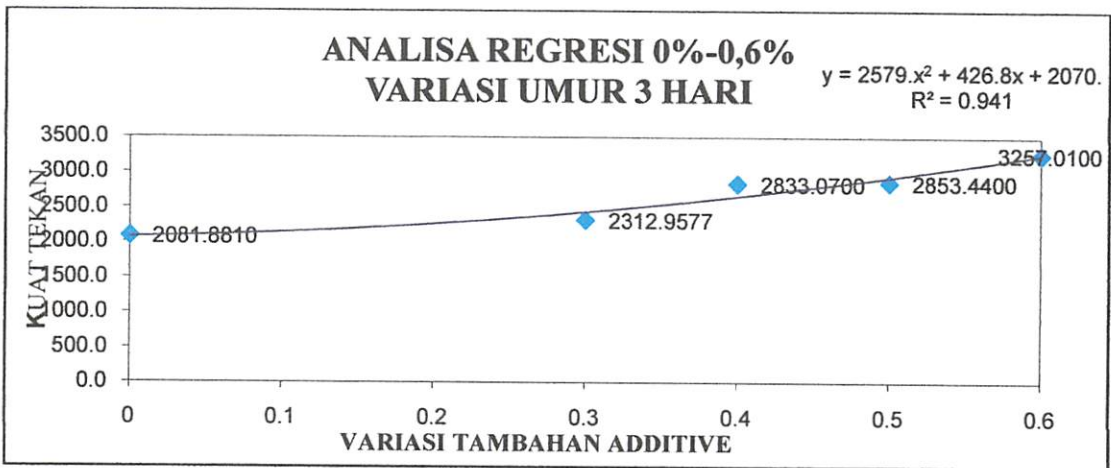
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,941$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.12. Analisa Regresi Modulus Elastisitas

Tabel 5.84. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

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

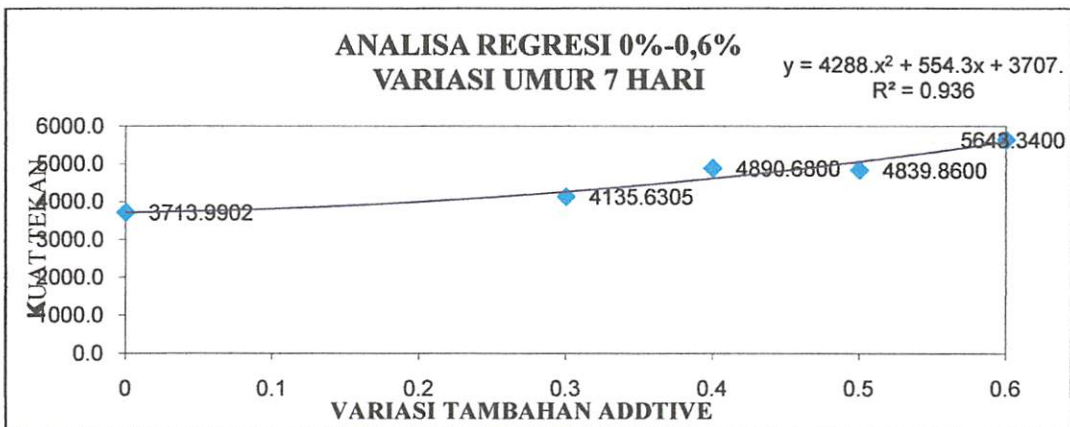
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.936$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.13. Analisa Regresi Modulus Elastisitas

Tabel 5.85. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas

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

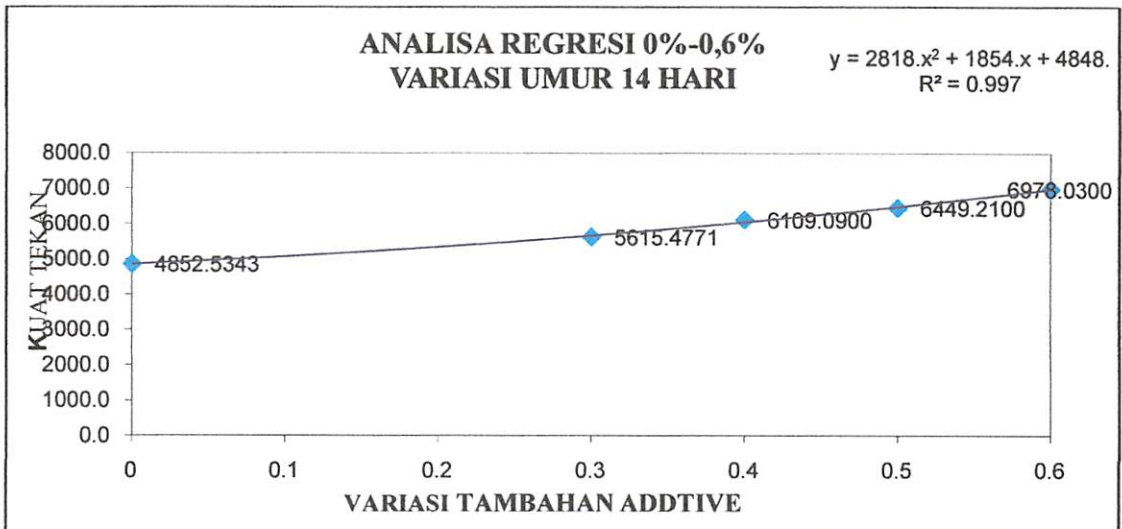
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R²) :

$$R^2 = 0.997$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.14. Analisa Regresi Modulus Elastisitas

Tabel 5.86. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas

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

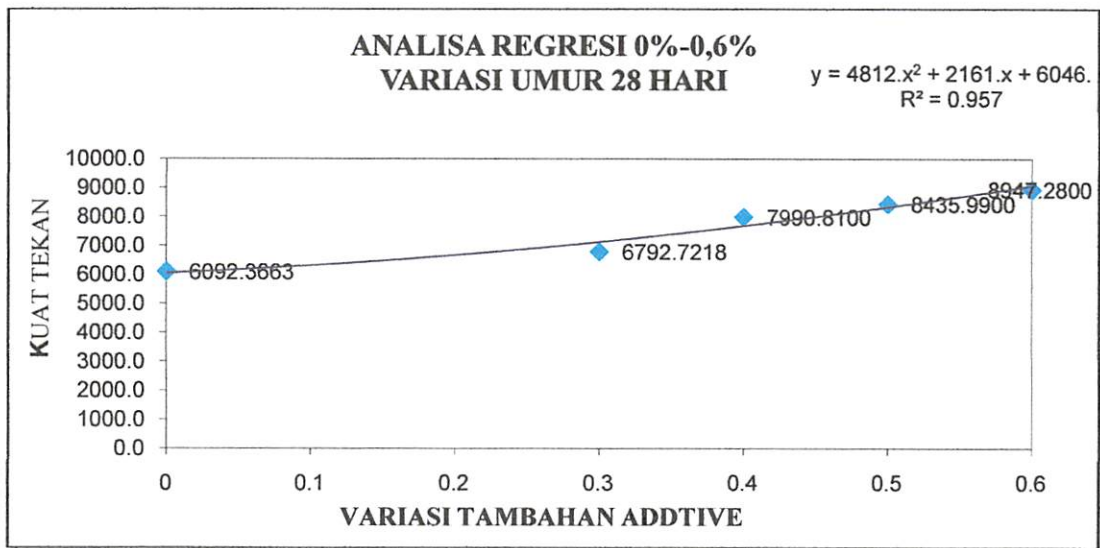
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.957$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.15. Analisa Regresi Modulus Elastisitas

Tabel 5.87. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

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

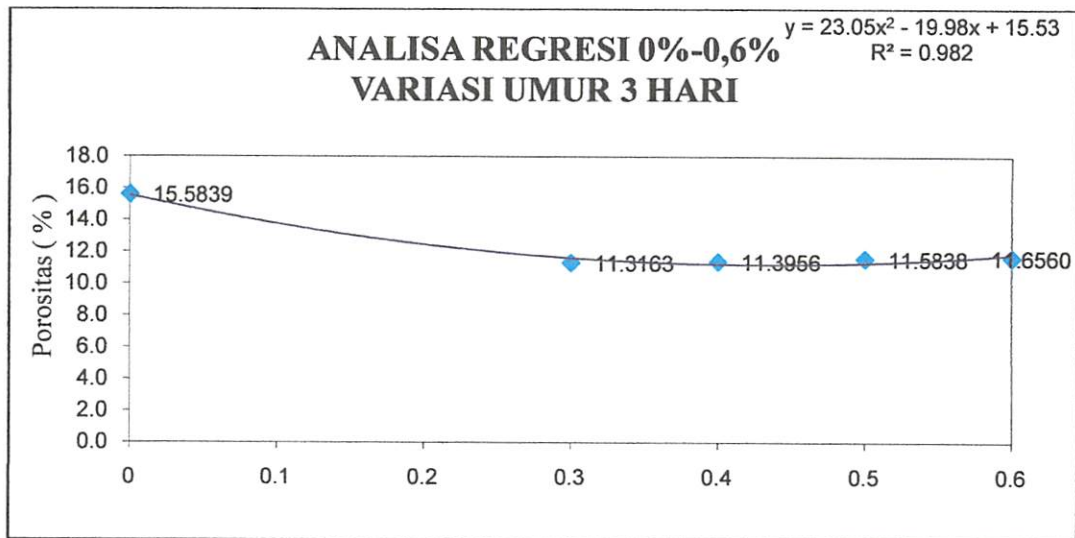
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.982$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.16. Analisa Regresi Porositas

Tabel 5.88. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

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

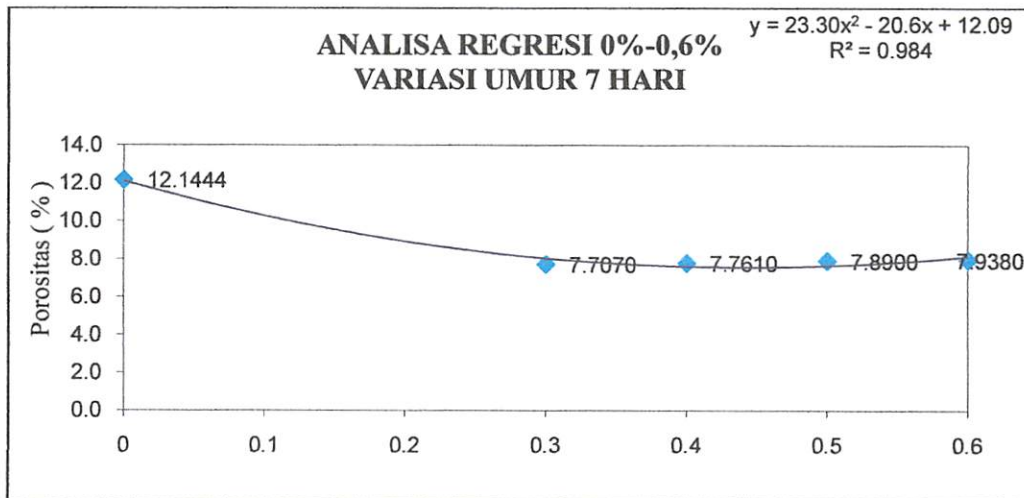
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.984$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.17. Analisa Regresi Porositas

Tabel 5.89. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

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

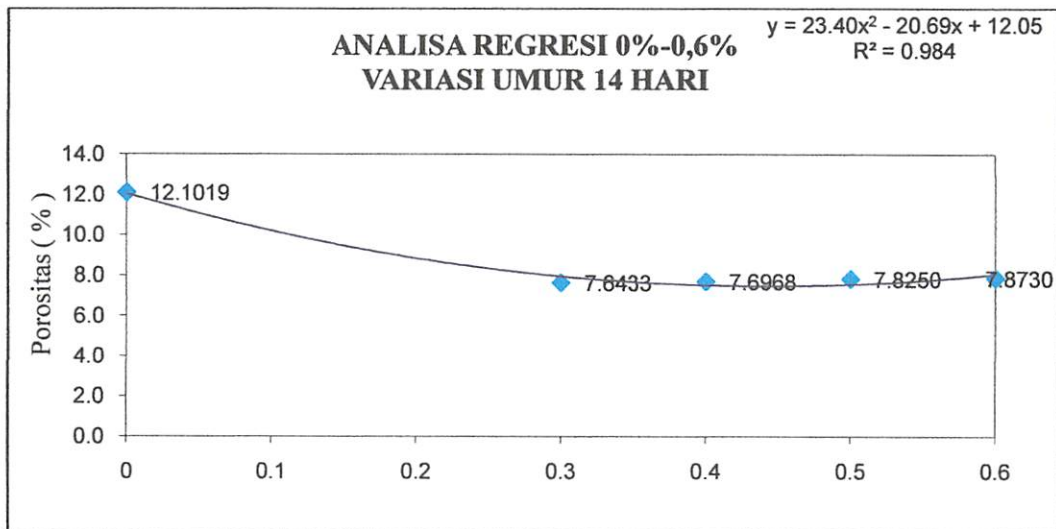
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.984$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.18. Analisa Regresi Porositas

Tabel 5.90. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

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

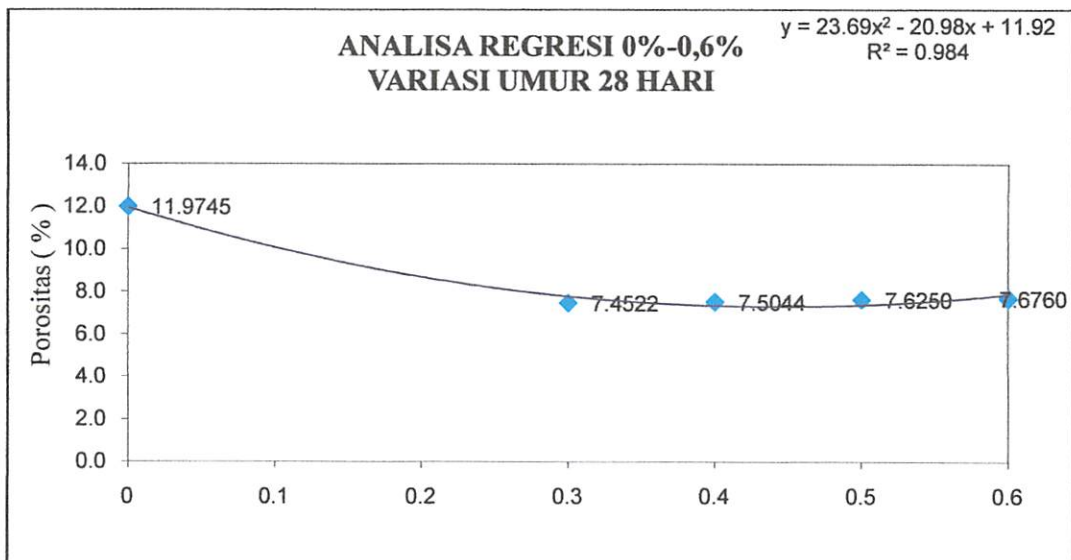
Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.985$$



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.19. 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 retarder 0,2% . Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata slump test yaitu mencapai 11,5 cm sedangkan untuk beton normal nilai rata-rata slump test mencapai 8 cm, karena dengan bahan tambahan additive campuran beton menjadi lebih berat serta mempunyai rongga atau pori yang sangat minim dari beton normal, sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi dari beton normal. Hal ini dapat di buktikan dari uji hipotesis bahwa nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$. Untuk itu diambil salah satu contoh variasi umur 28 hari dengan pengujian sifat mekanis sebagai berikut :

Kuat tekan dengan nilai $F_{hitung} = 562,36 > F_{tabel} = 4,6$

Tarik Belah dengan nilai $F_{hitung} = 19,45 > F_{tabel} = 7,71$

Tarik Lentur dengan nilai $F_{hitung} = 25,79 > F_{tabel} = 7,71$

Modulus Elastisitas dengan nilai $F_{hitung} = 64,82 > F_{tabel} = 5,59$

Porositas dengan nilai $F_{hitung} = 59,557 > F_{tabel} = 7,701$

Dari hasil diatas dapat disimpulkan penggunaan penambahan additive superplasticizer dan retarder dapat meningkatkan kualitas mutu beton dengan pencapaian target yang direncanakan yaitu beton fc 20 MPa.

- Terjadi peningkatan kuat tekan dari nilai tanpa tambahan sebesar 21,03 Mpa menjadi 30,45 MPa setelah diberi perlakuan tambahan dengan variasi umur 28hari dan variasi campuran superplasticizer 0,5% + retarder 0,2%.

6.2 Saran

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

1. Penelitian ini menggunakan bahan additive superplasticizer dan retarder, diharapkan adanya penelitian lanjutan dengan mencoba untuk mencampurkan bahan tambahan additive lain atau jenis semen dan agregat yang berbeda.
2. Untuk mengoptimalkan penggunaan penambahan superplasticizer dan retarder penulis berharap penelitian ini dilanjutkan dengan membahas unsur kimiawi agar dapat menghasilkan beton dengan mutu yang lebih bagus dan lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. Petunjuk Praktikum Beton. Laboratorium ITN Malang.
- Anonim. 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002). Cetakan Pertama. Maret 2007.
- Anonim. 2007. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 11, no 2, juli 2007
- Anonim .2010.Makalah lomba beton semen tiga roda,diakses melalui <http://www.scribd.com/doc/37089508/Makalah-Lomba-Beton-Semen-Tiga-Roda-No-Peserta-CCT-010-019-12>
- Anonim. 2010. Studi pengaruh *admixtur plastiment-vz* pada beton,Di akses melalui <http://dewey.petra.id>
- Anonim. 2010. Pengaruh penambahan bahan tambahan jenis retarder pada kekuatan beton di akses melalui <http://pustaka.pu.go.id>
- Anonim. 2010. Pengaruh penggunaan *superplasticizer tipe polycarboxylate* dan *naphthalene* pada mortar segar dengan menggunakan semen local, diakses melalui <http://dewey.petra.ac.id>

Anonim.2010.Rangkak repair mortar dengan bahan tambah *polymer*, di akses melalui http://digilib.uns.ac.id/abstrak_12832_rangkak-repair-mortar-dengan--bahan-tambah-polymer-.html

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

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

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

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

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

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

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

Sudjana. 1996. Metode Statistika, Bandung, Tarsito.

Lampiran



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

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

T. 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-0912.13/21/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 -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

Nama : Albarr Aziiz Saputra
Nim : **05.21. 045**
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

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

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

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

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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



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

Tembusan Kepada Yth :
1. Wakil Dekan I FTSP.



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : ITN-0912.13/21/B/TAI/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

20 Desember 2010

Kepada Yth : **Bapak Ir. H. Sudirman Indra, Msc.**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

Nama : Albarr Aziiz Saputra
Nim : **05.21. 045**
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

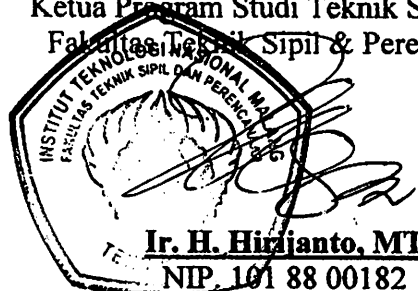
Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Efffek Proporsi Additive Superplastisizer dan Retarder Mengikuti Kurva Linear Terhadap Kinerja dan Variasi Umur Beton".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

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

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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



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

Tembusan Kepada Yth :
1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

ALBARR AZIIZ SAPUTRA (05.21.045)

Dosen Pembimbing : Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
24-11 1	bab I - IV dan bab V cek hit camp.	
18-11 3	Cek hit - Mix Design dan hasil ke P-Baulog.	
0-11 4	→ lihat kebetulan → blm nampak hasil 2 pecul yg didapat → tsr apa camp.	
1-11 6	hasil 44 vs tabul camp. bab 5 Analisis & Pembahasan	
3-11 6	perbaikan pembahasan + kesimpulan	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

ALBARR AZIIZ SAPUTRA (05.21.045)

Dosen Pembimbing : Ir. Togi H. Nainggolan, MS

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
4-11- 6	penulisan & perbaikan - Abstrak dan	
13-11- 6	Perbaikan Gubuk JAB. NASIONAL 0, 03, 05:06 perbaiki Abstrak + perbaikan bagian lain	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

ALBARR AZIIZ SAPUTRA (05.21.045)

Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra, MS

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
19 01/01/11	Lengkapi, Pelajar Melany Khus. (SP.) buku dan jurnal di	
28 01/01/11	teor — Dulu but dr pelj 3-72, 14, 28 teor	
19 01/01/11	tulis grafik hasil pengal y. 15 bar up bar ke suhu must grafik Ah v	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415


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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

ALBARR AZIIZ SAPUTRA (05.21.045)

Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra, MS

Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
17 06 07	Cek ke diri subjek. grafik sem dan nilai ke dalam kasus 67.	
20 06 07	cek ke diri 4, 69 - Pemeriksaan yang Aksi	



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 BETON

Nama : ALBARR AZHIZ S
 NIM : 05.21.045
 Hari / tanggal : Kamis, 18 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

= JEFFY (05.21.024)
Malina & Suhur

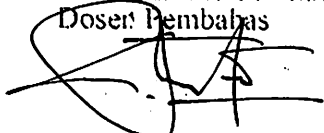
Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

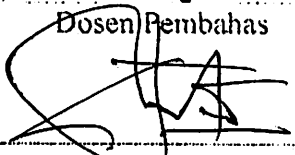
Malang, 20-08-2011

Dosen Pembahas

()

Malang, 18-08-2011

Dosen Pembahas

()



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : ALBAR AZIZ SAPUTRA

NIM : 0521045

Hari / tanggal : Kamis, 10 - 0 - 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Pada kesimpulan: tambahkan mengenai pengaruh penambahan superplastisizer & acceleraton thyp slump test & pengerasan beton.

- Tujuan penelitian \emptyset betulkan

- Tambahkan mengenai pernyataan kekuatan betm yg lain.

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

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 20 - 0 - 2011

Dosen Pembahas

Malang, 10 - 0 - 2011

Dosen Pembahas

(A. Agus Santosa)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Beandungan Siguru-guru 2
Jl. Raya Karanglo Km. 2
Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG RESEMIAN BETON

Nama : ALBARR AZIZ SAPUTRA
NIM : 05.21.045
Hari / tanggal : Rabu, 24/08-2011

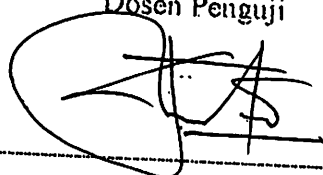
Perbaikan materi Skripsi meliputi :

cek. & cermati tata tulis yg. belum sempurna

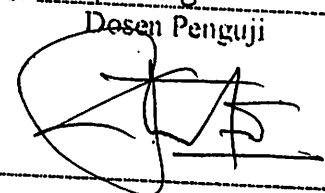
Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 10-09- 2011
Dosen Penguji



Malang, 24-08- 2011
Dosen Penguji





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

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG Penelitian

Nama : ALBARR
NIM : 0521045
Hari / tanggal : Rabu, 24 - 11 - 2011

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

- Lampirkan data survey & bahas

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 9 - 9 - 2011
Dosen Penguji

Malang, 24 - 11 - 2011
Dosen Penguji

(A. Agus Santosa)

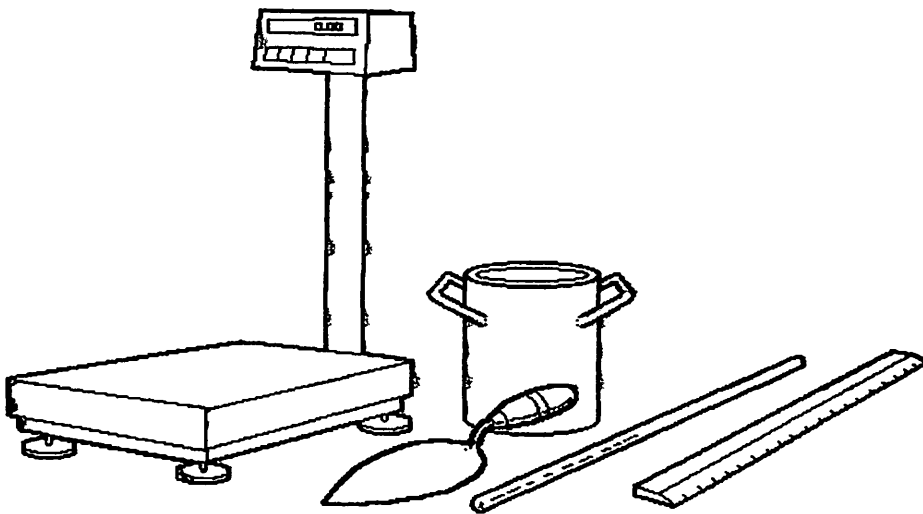
f) Pemeriksaan Berat Isi

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 1.1. : Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat

C. Bahan

Bahan yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus.

D. Prosedur Pelaksanaan

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

a) Berat isi lepas :

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

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

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

E. Perhitungan

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

Dimana : V = isi wadah (cm^3)

W_3 = Berat contoh uji (kg)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 1.1. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 1.2. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 1.3. Pemeriksaan Berat Isi Semen

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil Penelitian

1. Berat isi lepas/gembur rata-rata

- a. Agregat Kasar Batu Pecah = 1,424 kg/cm³
- b. Agregat halus (pasir) = 1,6016 kg/cm³
- c. Semen = 1,189 kg/cm³

2. Berat isi padat

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

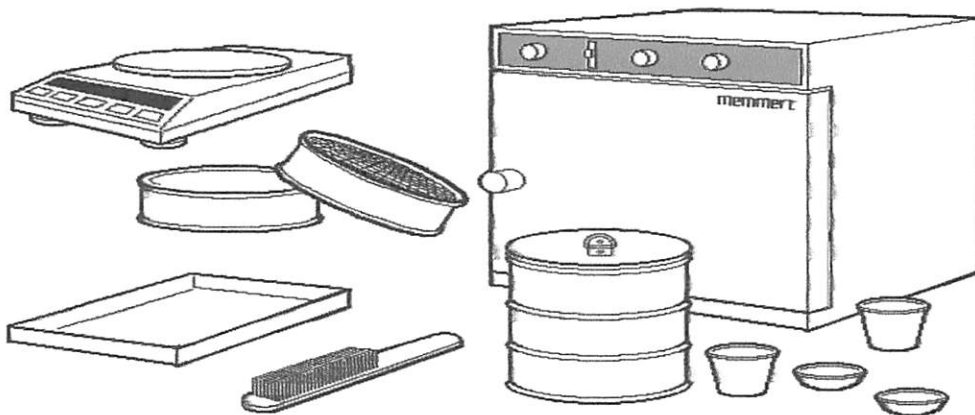
2) Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- a. Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dari berat benda uji.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- 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 4.2. : Aparatus untuk analisis saringan agregat kasar dan halus

Tabel 1.4. Penentuan Saringan Untuk Agregat Kasar

Nomor Saringan	Diameter Lubang Saringan (mm)
(3")	76,2
(1 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

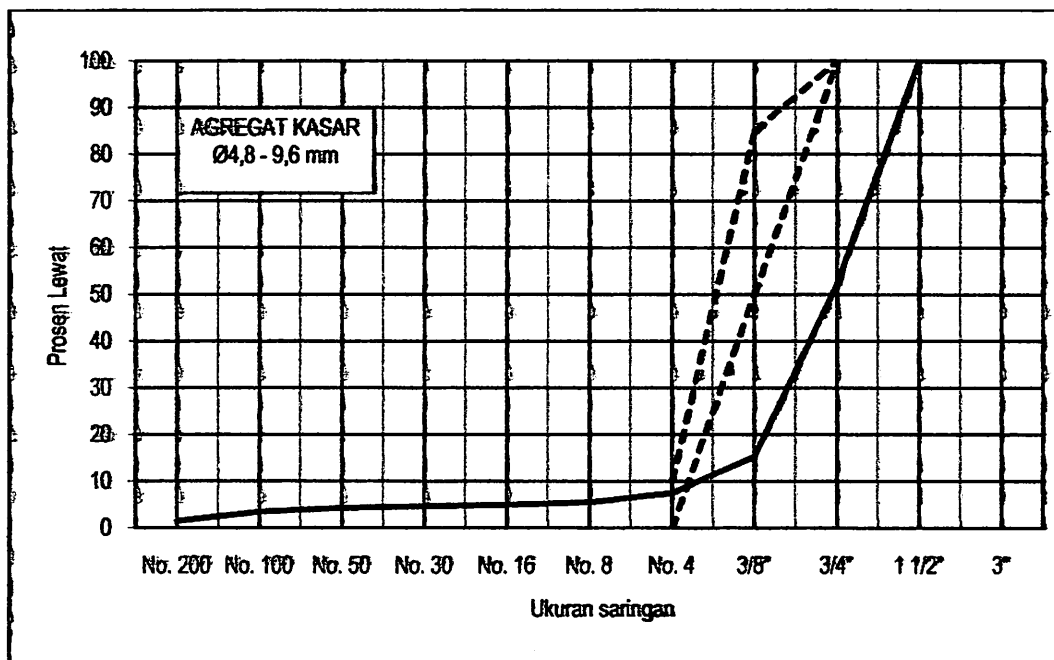
- a. Benda uji dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- b. Contoh dicurahkan pada perangkat saringan. Susunan saringan dimulai dari saringan paling besar di atas. Perangkat saringan diguncang-guncang dengan tangan atau alat penggetar saringan, selama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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 1.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Batu Pecah

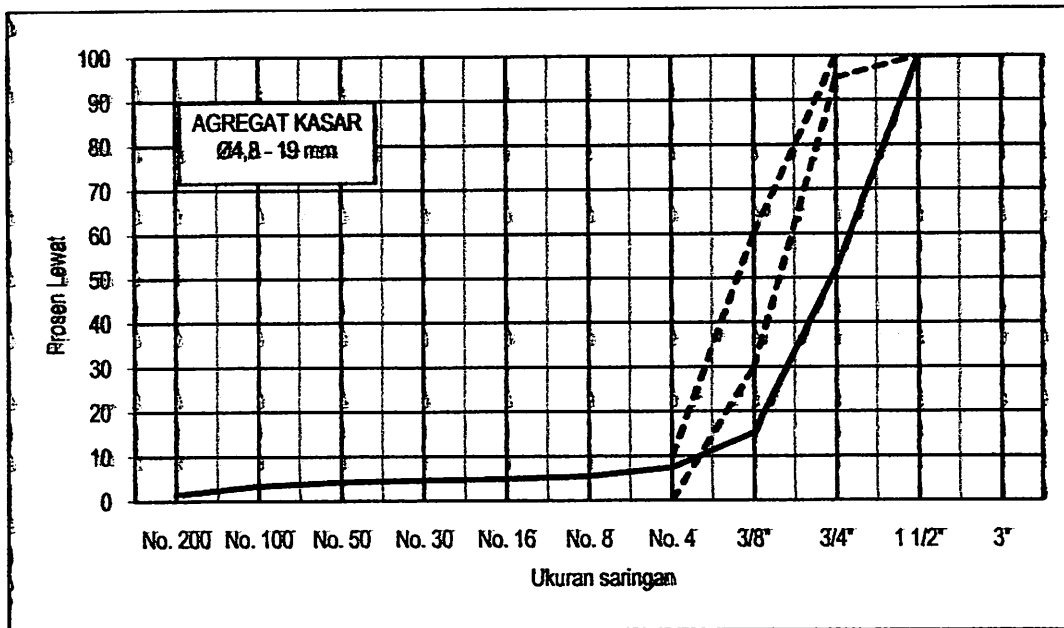
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	13420	55.39	55.39	44.61
9.6 mm (3/8")	10380	42.85	98.24	1.76
4.75 mm (No. 4)	219	0.90	99.14	0.86
2.36 mm (No. 8)	55.5	0.23	99.37	0.63
1.18 mm (No. 16)	15.6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

Sumber : Data Hasil Penelitian



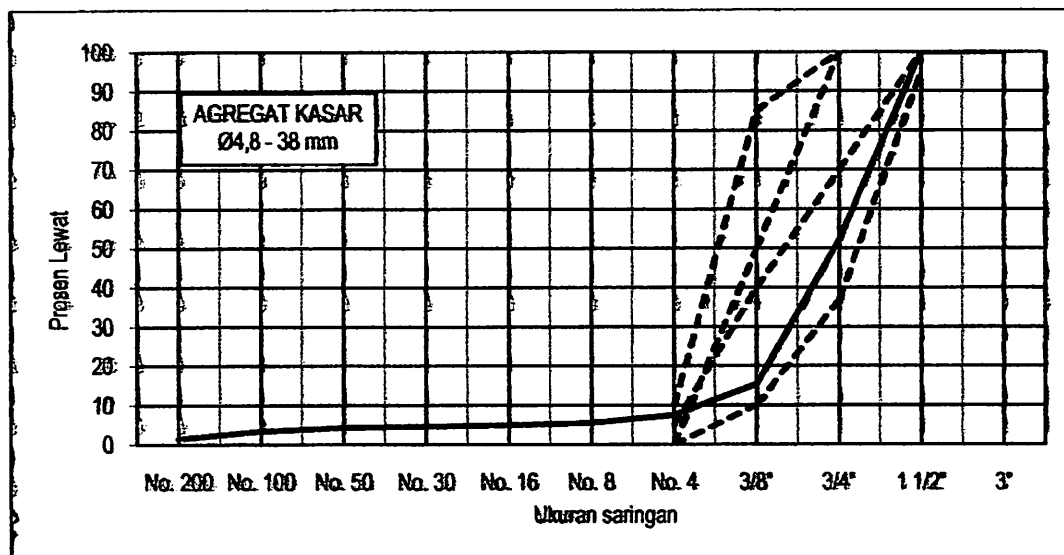
Grafik 1.1. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 9,6 mm

Sumber : Data Hasil Penelitian



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

Sumber : *Data Hasil Penelitian*



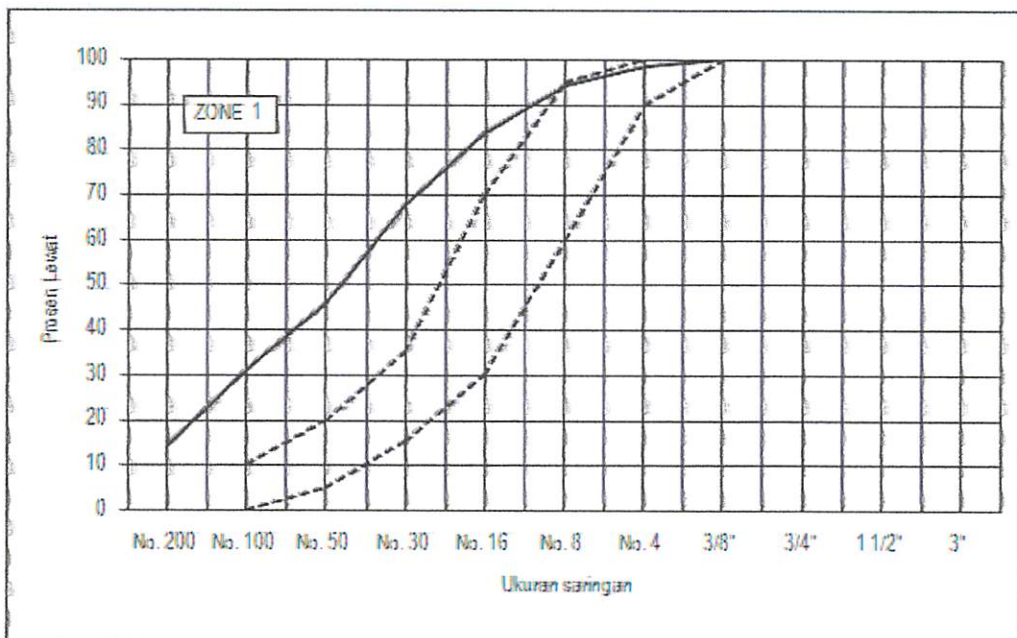
Grafik 1.3. : Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8 – 38 mm

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Tabel 1.6. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

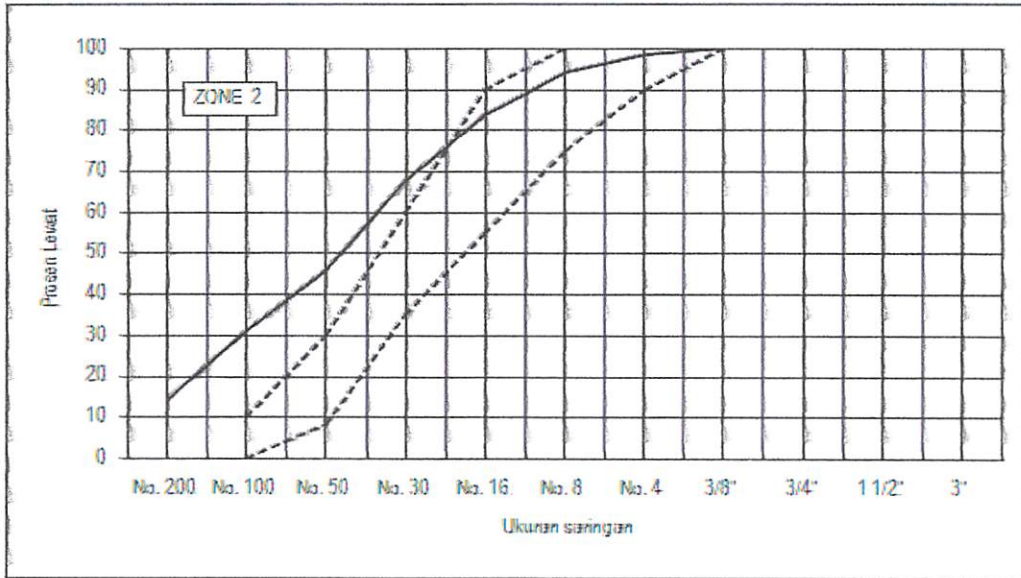
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0	0	100
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0	0	100
19.1 mm (3/4")	0.00	0	0	100
9.6 mm (3/8")	0.00	0	0	100
4.75 mm (No. 4)	23.9	1.72	1.72	98.28
2.36 mm (No. 8)	55.8	4.02	5.74	94.26
1.18 mm (No. 16)	145.8	10.50	16.24	83.76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

Sumber : Data Hasil Penelitian



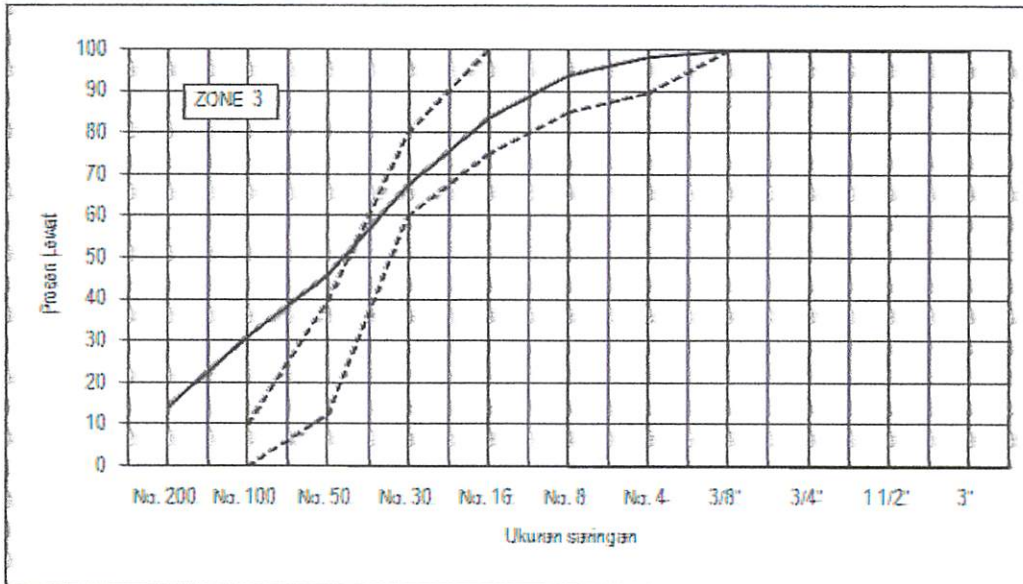
Grafik 1.4. : Batas Gradasi Zona 1 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 1.5. : Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian



Grafik 1.6. : Batas Gradasi Zona 3 untuk Agregat Halus

Sumber : Data Hasil Penelitian

F. Hasil Penelitian

Dari pengujian analisa saringan agregat didapatkan :

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

3) Pemeriksaan Kotoran Organik

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

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

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

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

Tabel 1.7. Warna Standart

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

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

E. Catatan

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

F. Hasil Penelitian

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

4) Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- a. Gelas ukur
- b. Alat pengaduk

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

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

E. Perhitungan

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

(Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton)

Dimana :

$$V_1 = \text{tinggi pasir}$$

$$V_2 = \text{tinggi Lumpur}$$

F. Hasil penelitian

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

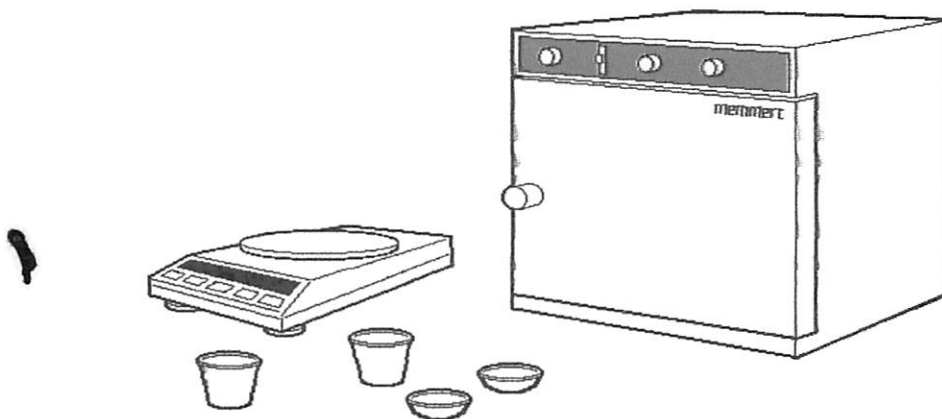
5) Pemeriksaan Kadar Air Agregat

A. Tujuan Penelitian

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

B. Peralatan

- 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 4.3 : Aparatus untuk pemeriksaan kadar air agregat

C. Bahan

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

Tabel 1.8. Ukuran Maksimum Agregat

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

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

D. Prosedur Pelaksanaan

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

E. Perhitungan

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

Dimana :

W_3 = berat contoh semula (gram)

W_5 = berat contoh kering (gram)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 1.9. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

BATU PECAH		ASLI		SSD	
	Nomor test	I	II	I	II
A.	Berat tempat (gr)	2520	2720	1744	1944
B.	Berat tempat + contoh (gr)	27040	27080	2503.3	2258.1
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	26750	26760	2458	2225
D.	Kadar air = $\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$ (%)	1.20	1.33	1.98	1.63
F.	Kadar air rata-rata (%)	1.26		1.81	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 1.10. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

AGREGAT HALUS		ASLI		SSD	
	Nomor test	I	II	I	II
A.	Berat tempat (gr)	2.89	3.46	220.7	212.4
B.	Berat tempat + contoh (gr)	25.13	22.88	1720.7	1712.4
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	24.33	22.2	1662.80	1638.70
D.	Kadar air = $\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$ (%)	3.73	3.63	4.01	5.17
F.	Kadar air rata-rata (%)	3.68		4.59	

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

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

6) Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Batu Pecah

A. Tujuan Penelitian

Menentukan "*bulk* dan *apparent*" *specific gravity* dan penyerapan (absorpsi) agregat kasar menurut prosedur ASTM C-127. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton.

B. Peralatan

- Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram yang mempunyai kapasitas 5 kg. Keranjang besi diameter 203,2 mm (8") dan tinggi 63,5 mm (2,5 ").
- Alat penggantung keranjang.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- Handuk
- Talam logam tahan karat untuk tempat pengeringan benda uji absorpsi

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

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

E. Perhitungan

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

Dimana :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram

B_k = berat contoh kering oven

B_a = berat contoh di dalam air

F. Tabel Perhitungan

Tabel 1.11. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Pecah

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	4925.8	4928.3	4927.05
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	5000	5000	5000
Berat contoh di dalam air	Ba	3144.6	3159.7	3152.15
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2.65	2.68	2.67
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2.69	2.72	2.71
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2.69	2.72	2.78
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	1.51	1.46	1.48

Sumber : Data Hasil Penelitian

G. Hasil penelitian

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

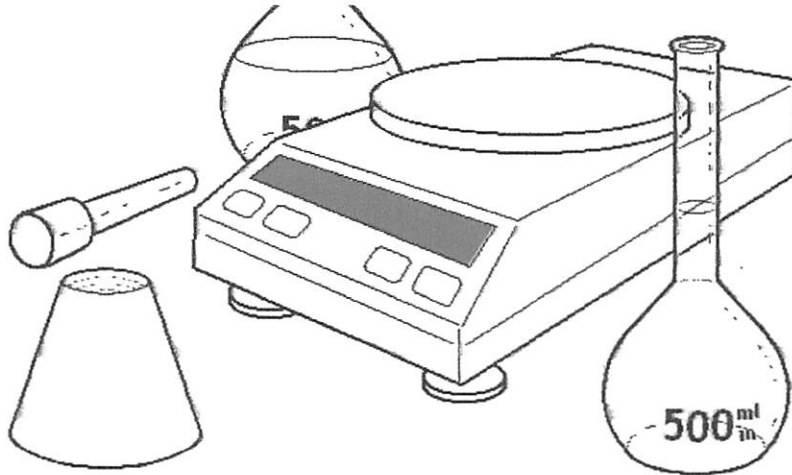
7) Pemeriksaan Berat jenis dan Penyerapan Agregat Halus

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah menentukan "*bulk dan apparent*" *specific gravity* dan penyerapan agregat halus menurut prosedur ASTM C-128.

B. Peralatan

- Timbangan dengan ketelitian 0,5 gr dengan kapasitas minimum 1000 gram.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
- Cetakan kerucut pasir (sand cone) dan tongkat pemadat dari logam.



Gambar 4.4. Aparatus untuk analisis specific gravity dan absorpsi agregat halus

C. Bahan

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

D. Prosedur Pelaksanaan

- Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai diperoleh kondisi dengan indikasi contoh tercurah dengan baik.
- Sebagian dari contoh dimasukkan pada "metal sand cone mold". Benda uji dipadatkan dengan tongkat pemadat (tamper). Jumlah tumbukan adalah 25 kali. Kondisi SSD

(Saturated Surface Dry) contoh diperoleh jika cetakan diangkat, butiran-butiran pasir fongsor/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*)
$$= \frac{B_k}{(B + B_j - B_t)}$$
- Berat jenis kering permukaan jenuh
$$= \frac{B_j}{(B + B_j - B_t)}$$
- Berat jenis semu (*apparent*)
$$= \frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$$
- Penyerapan (absorpsi)
$$= \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$$

Dimana :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram

B_k = berat contoh kering oven

B = berat piknometer diisi air pada 25°C

B_t = berat piknometer + contoh SSD + air (25°C)

F. Tabel Perhitungan

Tabel 1.12. Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	491.70	489.00	490.35
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	500.00	500.00	500.00
Berat piknometer diisi air pada 25°C	B	680.20	667.10	673.65
Berat piknometer + contoh + air (25°C)	Bt	991.80	2.60	497.20
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$	2.61	2.60	2.64
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$	2.65	2.66	2.66
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$	2.73	2.77	2.75
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100$	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 (absorpsi) = 201,96

8) Pengujian Keausan Agregat Kasar Batu pecah dengan Menggunakan Alat *Los Angeles*

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan (abrasi) menggunakan alat *Los Angeles*.

a. Peralatan

Mesin Abrasi Los Angeles, yaitu mesin yang terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28") dan panjang 50 cm (20"). Silinder ini bertumpu pada dua poros pendek tidak menerus yang berputar pada poros mendatar. Silinder mempunyai lubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

- b. Bola-bola baja mempunyai diameter rata-rata 4,68 cm (1 7/8") dan berat masing-masing antara 400 gram sampai 440 gram.
- c. Saringan mulai ukuran 37,5 mm (1 1/2") sampai 2,38 mm (N0. 8).
- d. Timbangan dengan kapasitas 5000 gram dan dengan ketelitian 1 gram.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, memanasi sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.

B. Bahan

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

Tabel 1.13. Berat dan Gradasi benda uji

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

Sumber : *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*

C. Prosedur Praktikum

- Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles dan mesin diputar dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm sebanyak 500 ± 1 putaran.
- 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)

kecuali bersih, dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat menjadi tetap.

Kemudian timbang dengan ketelitian 5 gram.

D. Perhitungan

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

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

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

E. Tabel Perhitungan

Tabel 1.14. Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Gradasi pemeriksaan		B (fraksi 10 - 20 mm)	
Saringan		I	
Lolos	tertahan	Berat sebelum	Berat sesudah
76,20 mm (3")	63,50 mm (2,5")		
63,50 mm (2,5")	50,80 mm (2")		
50,80 mm (2")	37,50 mm (1,5")		
37,50 mm (1,5")	25,40 mm (1")		
25,40 mm (1")	19,00 mm (3/4")		
19,00 mm (3/4")	12,50 mm (1/2")	2500	
12,50 mm (1/2")	9,50 mm (3/8")	2500	
9,50 mm (3/8")	6,30 mm (1/4")		
6,30 mm (1/4")	4,75 mm (No. 4)		
4,75 mm (No. 4)	2,38 mm (No. 8)		
Berat tertahan saringan no 12			
Jumlah berat		5000	
a	Berat benda uji semula	5000	
b	Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4)	4187.8	
	Keausan : $\frac{(a-b)}{a} \times 100\%$	16.257	

Sumber : Data Hasil Penelitian

F. Hasil penelitian

Nilai keausan = 16,257 %, menurut PBI 1971, maksimum adalah 40 %



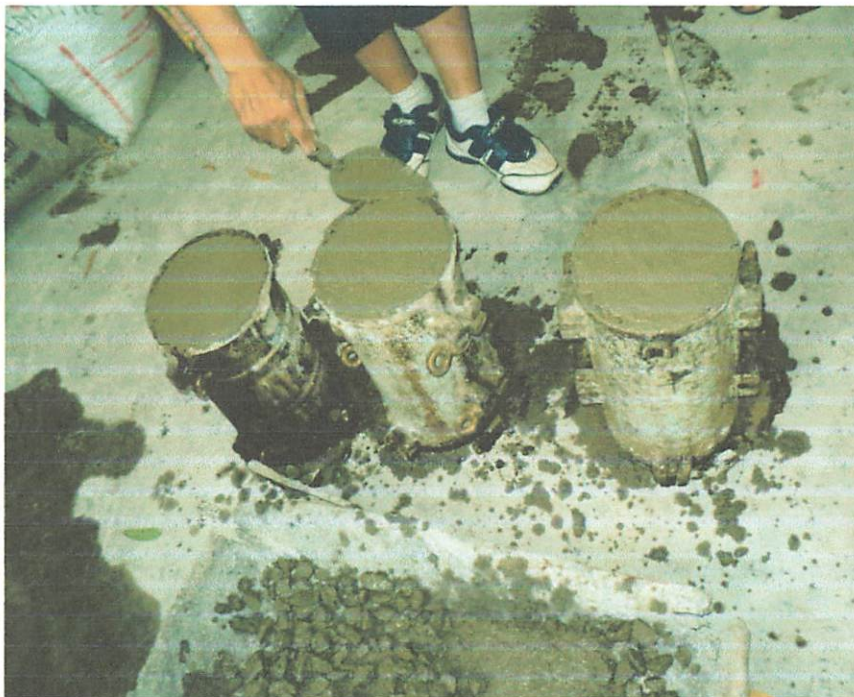
Persiapan Bahan Beton Normal



Pencampuran Material Beton Normal



Slump Test



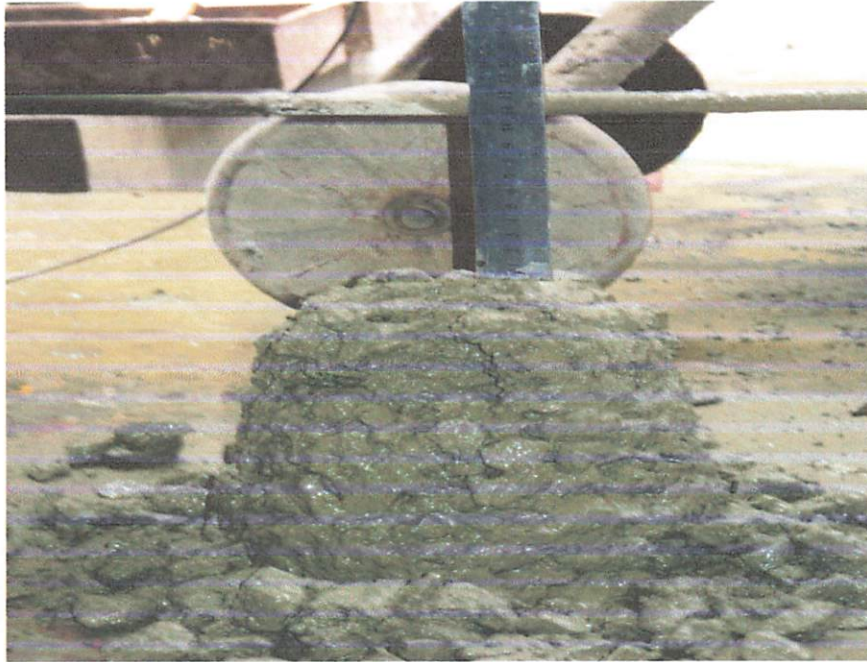
Benda uji Beton Normal



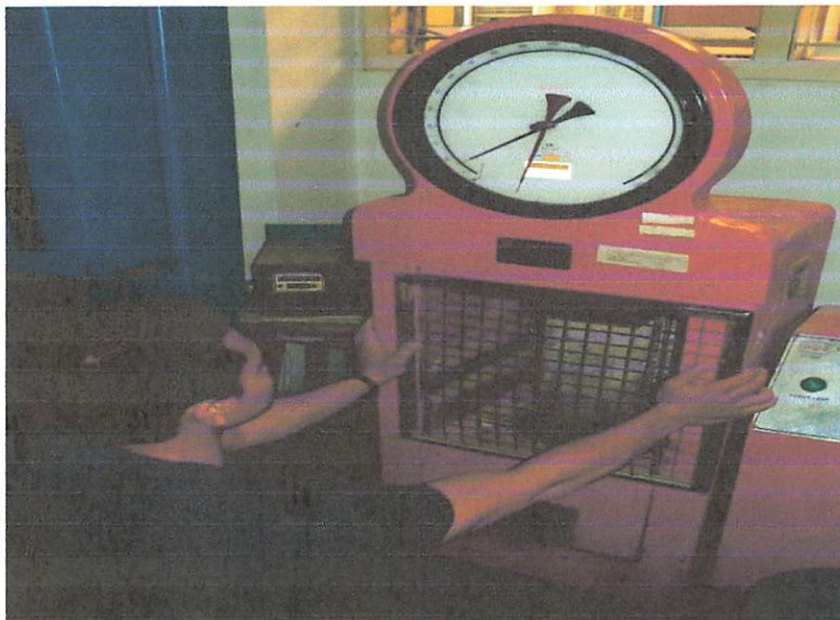
Pencampuran Material Beton dengan Campuran Additive



Beton dengan Campuran Additive



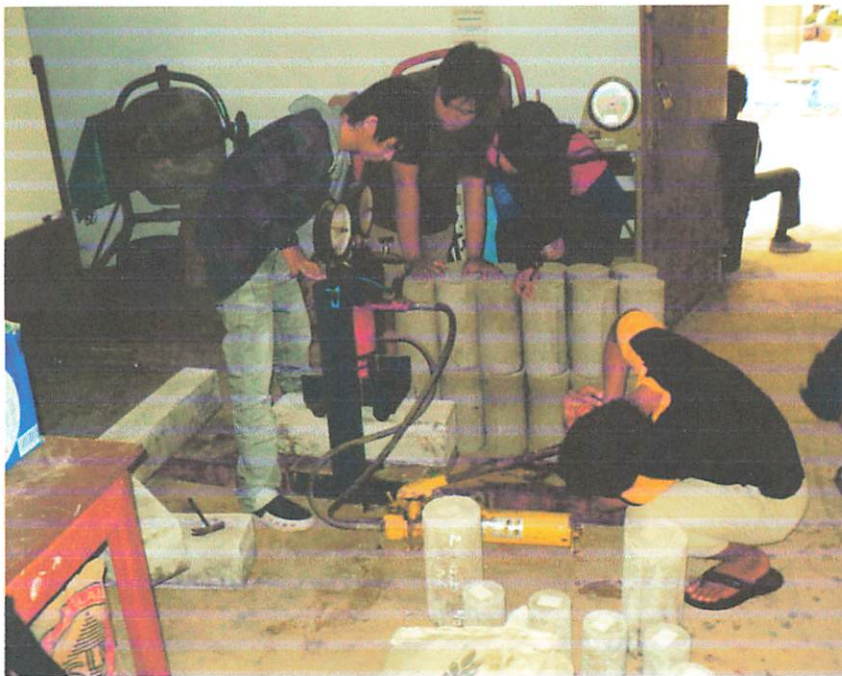
Slump Test Beton dengan Campuran Additive



Pengujian Kuat Tekan



Pengujian Kuat Tarik Belah



Pengujian Kuat Tarik Lentur



Pengujian Modulus Elastisitas



Hasil Benda uji yang telah di Test

