

SKRIPSI

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



Disusun Oleh :
AKHMAD BHAUDIN
05. 21. 058

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

1891113

RECEIVED THE SECRETARY OF THE ARMY
WASHINGTON, D. C. 20315
MAY 19 1964

RECEIVED
THE SECRETARY OF THE ARMY
WASHINGTON, D. C. 20315

OFFICE OF THE
SECRETARY OF THE ARMY
WASHINGTON, D. C. 20315

FOR THE SECRETARY OF THE ARMY
WASHINGTON, D. C. 20315
MAY 19 1964
7 108

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI

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

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

Disusun Oleh :

AKHMAD BHAUDIN

05. 21. 058

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Ester Priskasari, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. Hirijanto, MT)

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

2011

LEMBAR PENGESAHAN

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

SKRIPSI

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada hari : Senin

Tanggal : 24 Agustus 2011

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

Disusun Oleh :

AKHMAD BHAUDIN

05. 21. 058

Disahkan Oleh:

Ketua



(Ir. Hirijanto, MT)

Sekretaris



(Lilla Ayu Ratna Winanda, ST, MT)

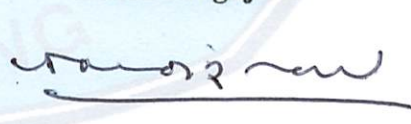
Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

Dosen Penguji II



(Ir. H. Sudirman Indra, MSc)

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **AKHMAD BHAUDIN**

Nim : **05. 21. 058**

Jurusan : **Teknik Sipil S - 1**

Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul :

“Efek Proporsi Additive Superplastisiser Dan Retarder Mengikuti Kurva Linier Terhadap Kinerja Dan Variasi Umur Beton”

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

Malang, 24 Agustus 2011

Yang Membuat Pernyataan


METERAI
TEMPEL
REPUBLIK INDONESIA
TGL
BCF90AAF877361995
ENAM RIBU RUPIAH
6000 DJP
(AKHMAD BHAUDIN)

LEMBAR PERSEMBAHAN

KUPERSEMBAHKAN DENGAN SEGALA HORMAT HASIL

KARYAKU INI KEPADA :

Allah SWT. Yang memberi rahmat dan hidayahnya.

Junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Ayahku yang sudah membuatku seperti sekarang ini.

Ibuku dan saudara-saudaraku yang selama ini sudah memberi dukungan moril maupun materi sehingga terselesaikannya kuliahku ini.

Buat bapak/ibu Dosen yang selama ini sudah memberi ilmpahan ilmu, semoga ilmu yang saya dapat bisa bermanfaat bagi semua orang.

Serta tidak lupa juga buat teman-teman 2005, khususnya anak-anak time penelitian, saya ucapkan banyak terima kasih atas kerjasamanya dalam dalam menyelesaikan tugas terakhir ini.

“Bersusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil tapi bersusahalah menjadi manusia yang berguna”

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur kehadiran Tuhan Yesus atas rahmat dan berkat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTISISER 0,4% 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, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada:

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

Penyusun menyadari bahwa pada Skripsi ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahannya. Oleh karena itu, penyusun selalu

**mengharapkan saran, petunjuk, kritikan dan bimbingan yang bersifat membangun,
demi kemajuan kami selanjutnya.**

Malang, Agustus 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

Akhmad Bahaudin, 2011, “EFEK PROPORSI ADDITIVE SUPERPLASTISIZER DAN RETARDER MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”.

Dosen Pembimbing I : Ir. A. Agus Santosa, MT, Dosen Pembimbing II : Ir. Ester Priskasari, MT

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 dan retarder sebagai bahan tambahan terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, porositas dan workabilitas beton yang nantinya akan menjadi suatu jawaban terhadap pembangunan yang berwawasan lingkungan. Dengan mengkaji hubungan variabel yang akan diteliti serta mempelajari teori-teori yang ada untuk merumuskan hipotesis penelitian dan melakukan percobaan di laboratorium untuk mendapatkan data-data yang di perlukan.

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 0,4% dan retarder 0,2%. Peningkatan kuat tekan dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 20,788%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 23,123% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 26,921%. Untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 27,077%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Kata Kunci : Bahan Tambahan, Beton Mutu Sedang

DAFTAR ISI

| | |
|---|----------|
| LEMBAR JUDUL | |
| LEMBAR PERSETUJUAN | |
| KATA PENGANTAR | i |
| ABSTRAKSI | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GRAFIK | xviii |
| DAFTAR NOTASI | xxi |
| DAFTAR GAMBAR | xxiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2. Identifikasi Masalah | 3 |
| 1.3. Rumusan Masalah | 4 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.5. Mamfaat Penelitian | 5 |
| 1.6. Batasan Penelitian..... | 5 |
| 1.7. Hipotesa Penelitian..... | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.1.1 Penelitian Terdahulu | 7 |
| 2.1.2 Pengertian Beton..... | 9 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 2.1.3 | Material Pembentuk Beton | 10 |
| 2.1.3.1 | Semen | 10 |
| 2.1.3.2 | Agregat Halus (Pasir) | 12 |
| 2.1.3.3 | Agregat Kasar (Kerikil) | 13 |
| 2.1.3.4 | Air | 15 |
| 2.1.3.5 | High Range Water Reducer Superplactisizer (HRWR) | 16 |
| 2.1.3.6 | Retarder | 17 |
| 2.2. | Sifat Mekanis Beton | 17 |
| 2.2.1 | Kuat Tekan | 17 |
| 2.2.2 | Kuat Tarik Belah | 20 |
| 2.2.3 | Kuat Tarik Lentur | 21 |
| 2.2.4 | Modulus Elastisitas | 23 |
| 2.3. | Sifat Fisik Beton..... | 25 |
| 2.3.1 | Porositas | 25 |
| 2.3.2 | Workabilitas..... | 26 |
| 2.4. | Analisa Varian dua Arah..... | 26 |
| 2.5. | Pengujian Interval Kepercayaan..... | 27 |
| 2.6. | Pengertian Hipotesis..... | 28 |
| 2.6.1 | Hipotesis Penelitian..... | 31 |
| 2.7. | Analisa Regresi | 32 |
| BAB III | METODOLOGI PENELITIAN | 34 |
| 3.1. | Tempat dan Waktu Penelitian | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2. Metode Penelitian | 34 |
| 3.3. Populasi dan Sampel | 34 |
| 3.4. Alat dan Bahan Penelitian | 36 |
| 3.5. Metode Pengumpulan Data | 41 |
| 3.6. Teknik Analisa Data | 41 |
| BAB IV PERSIAPAN DATA PELAKSANAAN PENELITIAN | 45 |
| 4.1. Perhitungan Komposisi Campuran Beton..... | 45 |
| 4.1.1. Perhitungan Mix Design Beton Untuk Agregat Kasar Batu Pecah Metode British Mengacu Pada SNI | 45 |
| 4.2. Perhitungan Komposisi Campuran Beton | 54 |
| 4.2.1. Perhitungan Mix Design Beton Untuk Agregat Kasar Batu Pecah Metode British Mengacu Pada SNI | 54 |
| 4.3. Pelaksanaan Campuran Beton | 57 |
| 4.3.1. Prosedur Pelaksanaan Campuran (Pengecoran) | 57 |
| 4.3.2. Uji Slump Beton | 58 |
| 4.3.3. Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji..... | 59 |
| 4.3.4. Pelaksanan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Lentur Beton | 63 |
| 4.3.5. Pengujian Porositas | 67 |
| 4.3.6. Pengujian Modulus Elastisitas..... | 68 |
| BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | 71 |
| 5.1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton | 71 |
| 5.1.1. Data Pengujian Kuat Tekan | 71 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.1.2. | Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah | 89 |
| 5.1.3. | Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur | 90 |
| 5.1.4. | Hasil Pengujian Modulus Elastisitas | 91 |
| 5.1.5. | Hasil Pengujian Porositas | 95 |
| 5.2. | Pengujian Interval Kepercayaan | 98 |
| 5.2.1. | Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan | 99 |
| 5.2.2. | Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah | 105 |
| 5.2.3. | Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur ... | 110 |
| 5.2.4. | Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas.. | 115 |
| 5.2.5. | Pengujian Interval Kepercayaan Porositas | 120 |
| 5.3. | Pengujian Hipotesis | 125 |
| 5.3.1. | Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari..... | 125 |
| 5.3.2. | Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari | 128 |
| 5.3.3. | Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari | 130 |
| 5.3.4. | Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari | 132 |
| 5.3.5. | Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Umur 28 Hari | 134 |
| 5.3.6. | Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Dengan Variasi Umur 28 Hari..... | 137 |

| | |
|--|-----|
| 5.3.7. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton | |
| Dengan Variasi Umur 3 Hari..... | 140 |
| 5.3.8. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton | |
| Dengan Variasi Umur 7 Hari..... | 143 |
| 5.3.9. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton | |
| Dengan Variasi Umur 14 Hari..... | 144 |
| 5.3.10. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton | |
| Dengan Variasi Umur 28 Hari..... | 145 |
| 5.3.11. Pengujian Hipotesis Porositas Beton | |
| Dengan Variasi Umur 3 Hari..... | 146 |
| 5.3.12. Pengujian Hipotesis Porositas Beton | |
| Dengan Variasi Umur 7 Hari..... | 149 |
| 5.3.13. Pengujian Hipotesis Porositas Beton | |
| Dengan Variasi Umur 14 Hari..... | 150 |
| 5.3.14. Pengujian Hipotesis Porositas Beton | |
| Dengan Variasi Umur 28 Hari..... | 151 |
| 5.4. Analisis Dan Pembahasan | 152 |
| 5.4.1 Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur | |
| 3,7,14, 28 Hari | 152 |
| 5.4.2 Perbandingan Kuat Tarik Belah Pada Umur 28 Hari... | 154 |
| 5.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada umur 28 Hari . | 156 |
| 5.4.4 Perbandingan Modulus Elastisitas Umur Dengan Variasi | |
| Umur 3,7,14, dan 28 hari..... | 158 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.4.5 | Perbandingan Porositas Dengan Variasi Umur | |
| | 3,7,14,28 | 160 |
| 5.5. | Workabilitas | 161 |
| 5.6. | Analisa Regresi | 162 |
| 5.6.1 | Analisa Regresi | 162 |
| BAB VI | PENUTUP | 181 |
| 6.1. | Kesimpulan | 181 |
| 6.2. | Saran | 182 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 4.1 | Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan | 46 |
| Tabel 4.2 | Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen | 47 |
| Tabel 4.3 | Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos | 48 |
| Tabel 4.4 | Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu | 49 |
| Tabel 4.5 | Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan..... | 54 |
| Tabel 4.6 | Kebutuhan Total Bahan Untuk Setiap Kali Pencampuran Agregat Kasar | 56 |
| Tabel 5.1 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 3 hari tanpa penambahan | 74 |
| Tabel 5.2 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton variasi umur 3 hari dengan penambahan Superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2% | 76 |
| Tabel 5.3 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Tanpa Penambahan..... | 78 |
| Tabel 5.4 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% | 80 |
| Tabel 5.5 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Tanpa Penambahan..... | 82 |
| Tabel 5.6 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% | 84 |

| | | |
|-------------------|---|-----|
| Tabel 5.7 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur | |
| | 28 Hari Tanpa Penambahan | 86 |
| Tabel 5.8 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur | |
| | 28 Hari Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% | 88 |
| Tabel 5.9 | Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah | 90 |
| Tabel 5.10 | Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur | 91 |
| Tabel 5.11 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi | |
| | Umur 3 Hari | 94 |
| Tabel 5.12 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi | |
| | Umur 7 Hari | 94 |
| Tabel 5.13 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi | |
| | Umur 14 Hari | 94 |
| Tabel 5.14 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi | |
| | Umur 28 Hari | 94 |
| Tabel 5.15 | Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 3 hari | 97 |
| Tabel 5.16 | Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 7 hari | 97 |
| Tabel 5.17 | Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 14 hari | 97 |
| Tabel 5.18 | Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umur 28 hari | 97 |
| Tabel 5.19 | Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan..... | 99 |
| Tabel 5.20 | Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur Tanpa | |
| | Bahan Tambahan | 100 |
| Tabel 5.21 | Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan Setelah | |
| | Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan..... | 101 |

| | | |
|---|---|-----|
| Tabel 2.7 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umr | 86 |
| 28 Hari Tanpa Penambahan | | |
| Tabel 2.8 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umr | 88 |
| 28 Hari Superplastizer 0,4% Berdasar 0,2% | | |
| Tabel 2.9 | Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton | 90 |
| Tabel 2.10 | Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton | 91 |
| Tabel 2.11 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi | |
| Umr 3 Hari | | 94 |
| Tabel 2.12 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi | |
| Umr 7 Hari | | 94 |
| Tabel 2.13 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi | |
| Umr 14 Hari | | 94 |
| Tabel 2.14 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi | |
| Umr 28 Hari | | 94 |
| Tabel 2.15 | Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umr 3 hari | 97 |
| Tabel 2.16 | Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umr 7 hari | 97 |
| Tabel 2.17 | Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umr 14 hari | 97 |
| Tabel 2.18 | Data Hasil Pengujian Porositas Dengan Variasi Umr 28 hari | 97 |
| Tabel 2.19 | Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan | 99 |
| Tabel 2.20 | Interval Kepercayaan Kuat Tekan Dengan Variasi Umr Tanpa | |
| Bahan Tambahan | | 100 |
| Tabel 2.21 | Data Pengujian Kuat Tekan Tanpa Bahan Tambahan Setelah | |
| Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan | | 101 |

| | | |
|-------------------|---|------------|
| Tabel 5.22 | Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan | |
| | Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2%..... | 102 |
| Tabel 5.23 | Interval Kepercayaan Kuat Tekan Superplastisizer 0,4% +Retarder | |
| | 0,2% Dengan Bahan Tambahan..... | 103 |
| Tabel 5.24 | Data Pengujian Kuat Tekan Dengan Bahan Tambahan | |
| | Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian | |
| | interval Kepercayaan | 104 |
| Tabel 5.25 | Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan..... | 105 |
| Tabel 5.26 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah | 106 |
| Tabel 5.27 | Data Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Untuk Tanpa | |
| | Bahan Tambahan Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan..... | 107 |
| Tabel 5.28 | Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan | |
| | Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% | 107 |
| Tabel 5.29 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan | |
| | Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% | 108 |
| Tabel 5.30 | Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan | |
| | Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian | |
| | interval Kepercayaan | 109 |
| Tabel 5.31 | Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan..... | 110 |
| Tabel 5.32 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan | 111 |
| Tabel 5.33 | Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan | |
| | Setelah dilakukan Pengujian interval Kepercayaan | 112 |

| | |
|---|------------|
| Tabel 5.34 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan | |
| Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2%..... | 112 |
| Tabel 5.35 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan..... | |
| Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2%..... | 113 |
| Tabel 5.36 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan | |
| Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian | |
| interval Kepercayaan | 114 |
| Tabel 5.37 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan | 115 |
| Tabel 5.38 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan | |
| Tampa Bahan Tambahan | 116 |
| Tabel 5.39 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan | |
| Setelah dilakukan Pengujian interval Kepercayaan | 117 |
| Tabel 5.40 Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan | |
| Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% Superplastisizer 0,4% | |
| +Retarder 0,2% | 117 |
| Tabel 5.41 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan | |
| Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% Superplastisizer 0,4% | |
| +Retarder 0,2% | 119 |
| Tabel 5.42 Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Penambahan | |
| Superplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian | |
| interval Kepercayaan | 119 |
| Tabel 5.43 Data Pengujian Porositas Tanpa Penambahan..... | 120 |
| Tabel 5.44 Interval Kepercayaan Porositas Tanpa Penambahan..... | 121 |

| | | |
|-----|--|--|
| 112 | Subplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% | Tabel 2.34 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan |
| 113 | Subplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% | Tabel 2.35 Interval Keperayaan Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan |
| 114 | Subplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian | Tabel 2.36 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Bahan Tambahan |
| 115 | Interval Keperayaan | Tabel 2.37 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan |
| 116 | Tanpa Bahan Tambahan | Tabel 2.38 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan |
| 117 | Setelah dilakukan Pengujian Interval Keperayaan | Tabel 2.39 Data Pengujian Modulus Elastisitas Tanpa Bahan Tambahan |
| 117 | +Retarder 0,2% | Tabel 2.40 Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan |
| 119 | +Retarder 0,2% Subplastisizer 0,4% | Tabel 2.41 Interval Keperayaan Modulus elastisitas Dengan Bahan Tambahan |
| 119 | +Retarder 0,2% | Tabel 2.42 Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Penambahan |
| 119 | Subplastisizer 0,4% +Retarder 0,2% Setelah dilakukan Pengujian | Interval Keperayaan |
| 120 | | Tabel 2.43 Data Pengujian Porositas Tanpa Penambahan |
| 121 | | Tabel 2.44 Interval Keperayaan Porositas Tanpa Penambahan |

| | |
|---|------------|
| Tabel 5.45 Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Penambahan Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan | 122 |
| Tabel 5.46 Data Pengujian Porositas Elastisitas Dengan Penambahan Superplastezizer 0,4% dan Retarder 0,2%..... | 122 |
| Tabel 5.47 Interval Kepercayaan Porositas Elastisitas Dengan Penambahan Superplastezizer 0,4% dan Retarder 0,2%..... | 123 |
| Tabel 5.48 Data Pengujian Porositas Elastisitas Dengan Penambahan Superplastezizer 0,4% dan Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan | 124 |
| Tabel 5.49 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 3 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan..... | 125 |
| Tabel 5.50 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan | 127 |
| Tabel 5.51 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 7 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan..... | 128 |
| Tabel 5.52 Analisa Varian untuk kuat tekan | 129 |
| Tabel 5.53 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 14 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan..... | 130 |
| Tabel 5.54 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan | 131 |
| Tabel 5.55 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 28 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan..... | 132 |
| Tabel 5.56 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan | 133 |
| Tabel 5.57 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan variasi Umur 28 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan..... | 134 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 5.58 Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah | 136 |
| Tabel 5.59 Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari Setelah Dilakukan Interval Kepercayaan | 137 |
| Tabel 5.60 Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Lentur | 139 |
| Tabel 5.61 Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 3 hari | 140 |
| Tabel 5.62 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas | 142 |
| Tabel 5.63 Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 7 hari | 143 |
| Tabel 5.64 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas | 143 |
| Tabel 5.65 Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 14 hari | 144 |
| Tabel 5.66 Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas | 144 |
| Tabel 5.67 Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 28 hari | 145 |
| Tabel 5.68 Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas | 145 |
| Tabel 5.69 Data Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur 3 hari | 146 |
| Tabel 5.70 Analisa Varian Untuk Porositas | 148 |
| Tabel 5.71 Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur 7 hari | 149 |
| Tabel 5.72 Analisa Varian untuk Porositas | 149 |
| Tabel 5.73 Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur 14 hari | 150 |

| | |
|---|------------|
| Tabel 5.74 Analisa Varian untuk Porositas | 150 |
| Tabel 5.75 Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur | |
| 28 hari | 151 |
| Tabel 5.76 Analisa Varian untuk Porositas..... | 151 |
| Tabel 5.77 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan | |
| Variasi Umur 3 Hari | 162 |
| Tabel 5.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan | |
| Variasi Umur 7 Hari | 165 |
| Tabel 5.79 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan | |
| Variasi Umur 14 Hari | 166 |
| Tabel 5.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan | |
| Variasi Umur 28 Hari | 167 |
| Tabel 5.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat | |
| Tarik Belah | 169 |
| Tabel 5.82 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik | |
| Lentur | 170 |
| Tabel 5.83 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus | |
| Elastisitas Variasi Umur 3 Hari..... | 171 |
| Tabel 5.84 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus | |
| Elastisitas Variasi Umur 7 Hari..... | 172 |
| Tabel 5.85 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus | |
| Elastisitas Variasi Umur 14 Hari | 173 |

| | |
|-----|--|
| 150 | Tabel 2.74 Analisis Varians untuk Proses |
| | Tabel 2.75 Hasil Pengujian Nilai Positif Beton dengan Variasi Umur |
| 151 | 28 hari |
| 151 | Tabel 2.76 Analisis Varians untuk Proses |
| | Tabel 2.77 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan |
| 163 | Variasi Umur 3 Hari |
| | Tabel 2.78 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan |
| 163 | Variasi Umur 7 Hari |
| | Tabel 2.79 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan |
| 166 | Variasi Umur 14 Hari |
| | Tabel 2.80 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tekan |
| 167 | Variasi Umur 28 Hari |
| | Tabel 2.81 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat |
| 169 | Tarik Bola |
| | Tabel 2.82 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Kuat Tarik |
| 170 | Lebar |
| | Tabel 2.83 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus |
| 171 | Elastisitas Variasi Umur 3 Hari |
| | Tabel 2.84 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus |
| 172 | Elastisitas Variasi Umur 7 Hari |
| | Tabel 2.85 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus |
| 173 | Elastisitas Variasi Umur 14 Hari |

| | |
|--|-----|
| Tabel 5.86 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus | |
| Elastisitas Variasi Umur 28 Hari | 174 |
| | |
| Tabel 5.87 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi | |
| Umur 3 Hari | 175 |
| Tabel 5.88 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi | |
| Umur 7 Hari | 177 |
| Tabel 5.89 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi | |
| Umur 14 Hari | 178 |
| Tabel 5.90 Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas Variasi | |
| Umur 28 Hari | 179 |

Daftar Grafik

| | |
|--|-----|
| Grafik 4.1. Kurva Hubungan Kekuatan Tekan W/C | 47 |
| Grafik 4.2. Penentuan prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20mm | 50 |
| Grafik 4.3. Perkiraan berat jenis beton segar | 51 |
| Grafik 5.1. Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur dan Variasi campuran..... | 152 |
| Grafik 5.2. Hubungan Antara Variasi Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Belah Beton | 154 |
| Grafik 5.3. Hubungan Antara Variasi Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Lentur Beton..... | 156 |
| Grafik 5.4. Hubungan Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran..... | 158 |
| Grafik 5.5. Hubungan Uji Porositas dengan Variasi Umur dan Variasi Campuran | 160 |
| Grafik 5.6. Analisa Regresi Kuat Tekan pada variasi umur 3 hari | 164 |
| Grafik 5.7. Analisa Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 7 Hari..... | 165 |
| Grafik 5.8. Analisa Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 14 Hari..... | 166 |
| Grafik 5.9. Analisa Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 28 Hari | 167 |
| Grafik 5.10. Analisa Regresi Kuat Tekan Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari | 168 |
| Grafik 5.11. Analisa Regresi Kuat Tarik Belah | 169 |
| Grafik 5.12. Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur | 170 |

| | |
|--|-----|
| Grafik 5.13. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3 Hari | |
| | 171 |
| Grafik 5.14. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7 Hari | |
| | 172 |
| Grafik 5.15. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14 Hari | |
| | 173 |
| Grafik 5.16. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28 Hari... | |
| | 174 |
| Grafik 5.17. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari | |
| | 175 |
| Grafik 5.18. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3 Hari | 176 |
| Grafik 5.19. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 7 Hari | 177 |
| Grafik 5.20. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 14 Hari | 178 |
| Grafik 5.21. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 28 Hari | 179 |
| Grafik 5.22. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari | 180 |

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 | 38 |
| Gambar 2.2. Uji Tarik Belah Silinder..... | 20 |
| Gambar 2.3. Uji Tarik Lentur Balok | 21 |
| Gambar 3.1 Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tarik Lentur | 36 |
| Gambar 3.2. Benda Uji Untuk Pengujian Kuat Tekan,Modulus Elastisitas,dan Kuat Tarik Belah | 36 |
| Gambar 4.1. Aparatus Slump Tes | 58 |
| Gambar 4.2. Alat Uji Kuat Tekan | 63 |
| Gambar 4.3. Uji Tarik Belah Silinder | 65 |
| Gambar 4.4. Uji Tarik Lentur Balok | 66 |
| Gambar 4.5. Uji Modulus Elastisitas..... | 69 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan beton dalam dunia konstruksi banyak diminati karena beton 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 membuat pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor estetika dan tingkat elastisitasnya. Secara umum bahan pengisi (Aggregat) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (workability) dan mempunyai kekuatan (compressive strength) yang sangat diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi. Beton sendiri merupakan campuran homogen dengan perbandingan tertentu antara semen, agregat kasar, agregat halus dan air serta ditambah pula dengan bahan campuran tertentu bila dianggap perlu. Ada sedikitnya empat proses yang dilakukan dalam pembuatan beton, keempat proses ini mempunyai peran sangat penting dan berpengaruh satu sama lain, jadi jika salah satu dari keempat proses mengalami kesalahan yang fatal, maka akan mempengaruhi mutu suatu beton yang dibuat. Keempat proses ini adalah pemilihan bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan beton, menentukan ukuran dan metode campuran (komposisi campuran beton), metode pemampatan bahan-bahan beton hingga

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

melakukan reaksi (Papayianni et. al, 2005). Kemampuan menahan beban lentur merupakan salah satu kriteria yang menentukan dalam mendisain elemen-elemen struktur balok dan pelat struktur gedung serta beton yang digunakan pada perkerasan kaku (rigid pavement). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan pengaliran (flow ability) dan kuat lentur SCC dengan menggunakan superplasticizer berbasis Polycarboxilate (0.4,0.6 dan 0.8% dari berat semen).

1.2 Identifikasi masalah

Untuk mengatasi sulitnya pengerjaan beton dan lamanya waktu pengiriman dari pabrik ke tempat pembangunan sering kali mengalami hambatan .Sehingga untuk mengatasinya, diperlukan additive yang mampu memperlambat proses pengerasan, untuk itu:

1. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku beton setelah ditambahkan dengan admixture yang mempunyai sifat sebagai retarder, plasticizer dan sekaligus water reducer.

2. 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 SUPERPLASTICISER 0,4% DAN RETARDER 0,2% MENGIKUTI KURVA LINEAR TERHADAP KINERJA DAN VARIASI PADA UMUR BETON”**

menentukan reaksi (Paspriani et al. 2005). Kemampuan menahan beban lentur merupakan salah satu kriteria yang menentukan dalam mendesain elemen-elemen struktur balok dan pelat struktur gedung serta beton yang digunakan pada perkerasan kaki (rigid pavement). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan pengalihan (flow ability) dan kuat tekan (FC) dengan menggunakan superplastisizer berbasis Polycarboxilat (0.4-0.6 dan 0.8% dari berat semen).

1.2 Identifikasi masalah

Untuk mengatasi adanya pergerakan beton dan lainnya waktu pengaliran dari pabrik ke tempat pembangunan sering kali mengalami hambatan. Sehingga untuk mengatasinya diperlukan additive yang mampu memperbaiki proses pengaliran untuk itu:

1. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perilaku beton setelah ditambahkan dengan admixturs yang mempunyai sifat sebagai retarder plastisizer dan sekaligus water reducer.

2. Dari alasan di atas, penulis mengadakan suatu penelitian dengan

SUPERPLASTISIZER dan RETARDER sebagai bahan tambahan ke dalam

campuran beton yang merupakan suatu lapangan terhadap pembangunan dengan

judul PEREK PROPORSI ADITIF SUPERPLASTISIZER 0,4% DAN

RETARDER 0,2% BERGAMUTI KEWA LINDAR TERHADAP

KINERJA DAN AWAKAS PADA CANTUR BETON.

1.3 Rumusan Masalah

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

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

1.4 Tujuan penelitian

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

1.5 Manfaat penelitian

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

1. Penelitian ini di harapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat additive superplasticizer dan Retarder.
2. Memberikan informasi tentang perbandingan kekuatan pada variasi umur beton.

1.6 Batasan penelitian

1. Bahan utama yang digunakan superplasticiser (sikamen LN) dan retarder.
2. Pengujian superplastisiser dan retarder mengikuti kurva linear dengan variasi umur beton 3,7,14, dan 28 hari.

1.7 Hipotesa penelitian

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

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari

- Terjadi perubahan additive 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 unutkan mengurangi air campuran sebesar 5-20%. yang dapat mengakibatkan mengecilnya perbandingan faktor air semen (dapat

mencapai 0,25-0,40) yang dapat menimbulkan kerusakan pada beton mutu tinggi karena terlalu encer. *Water reducer* ini juga bisa dikombinasikan dengan retarder pada *ready mix plent*. Akan tetapi, kita perlu untuk meneliti kedua kandungan tersebut, terutama dalam pengecoran di daerah yang cukup panas penggunaannya dapat mempengaruhi pencapaian kekuatan beton pada kemudian hari.

I. Bahan yang digunakan :

a. Material Penyusun :

- Semen : Semen Tiga roda Type I (40 kg).
- Agregat Halus (pasir) : Pasir dari kali Lesti, Lumajang.
- Agregat Kasar (kerikil) : Kerikil dari Pandaan.
- Air : Air dari PDAM Kota Malang.
- Superplasticizer : PT Sika, Surabaya
- Retarder : PT Sika, Surabaya

b. Variasi Campuran :

- Beton dengan tanpa campuran additive 0%
- Superplasticizer 0,4 % + Retarder 0,2 %

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penggunaan superplasticizer yang di lakukan oleh ADITYA CHANDRA; STEFANUS YUSUF SURIYONO dari Universitas Kristen Petra (2003) dengan judul “Penelitian awal mortar yang menggunakan admixture berupa superplasticizer, polypropylene fiber dan styrenne butadienne rubber”. Dari hasil penelitian ini menunjukkan hasil analisa data yang dilakukan diketahui beberapa properties, seperti compressive strength, yang terkecil 5.78 MPa, sedangkan yang terbesar 17.19 Mpa, tensile strength yang terkecil 0.392 MPa, sedangkan yang terbesar 1.871 MPa, shrinkage yang terkecil 0.34 mm, sedangkan yang terbesar 0.83 mm, density yang terkecil 1.75 gr/cm³ sedangkan yang terbesar 1.99 gr/cm³, water absorption yang terkecil 6.264 %, sedangkan yang terbesar 9.883 %, initial surface absorption-nya pada waktu 30 detik pertama, yang terkecil adalah 3.75ml/m².s, sedangkan yang terbesar 17.25 ml/m².s. Mix dengan komposisi paling baik adalah mix dengan komposisi semen : pasir = 1:5, superplasticizer 0.4%, pp fiber 0.025 %, latex 0.5%.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka 2.1.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penggunaan superplastisizer yang di lakukan oleh ADITYA CHANDRA; STEFANUS YUSUF SURYONO dari Universitas Kristen Petra (2003) dengan judul "Kontribusi awal beton yang menggunakan admixtur superplastisizer polypropylene fiber dan sistem pendinginan rapid". 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 0,502 MPa, sedangkan yang terbesar 1,871 MPa, shrinkage yang terkecil 0,34 mm, sedangkan yang terbesar 0,83 mm, density yang terkecil 1,75 g/cm³, sedangkan yang terbesar 1,99 g/cm³, water absorption yang terkecil 0,504 %, sedangkan yang terbesar 0,883 %, initial surface absorption-nya pada waktu 30 detik pertama yang terkecil adalah 0,02 m/m².s, sedangkan yang terbesar 0,03 m/m².s. Mix dengan komposisi paling baik adalah mix dengan komposisi semen : pasir = 1:2, superplastisizer 0,4% pp fiber 0,03% wa latex 0,28%.

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

Penelitian tentang pengaruh penambahan Additive accelelator dan retarder dilakukan oleh Rudi rubian dini R.S dan Tegar putra adi perdana sebagai Tugas akhir dengan judul **“PENGARUH PENAMBAHAN ADDITIVE ACCELERATOR DAN RETARDER TERHADAP THICKENING TIME DENGAN VARIASI TEMPERATUR DAN KONSENTRASI”** Dan hasil penelitian 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

penelitian tentang pengaruh plastiser-*vs* ditakukan Uji-*kruskal*
Kruskal Test dalam *website* *metoda* *desy.petrusid* dengan judul
"Studi pengaruh admixter plastiser-*vs* pada beton". Hasil penelitian
menunjukkan bahwa penggunaan admixter Plastiser-VI berdampak
meningkatkan kekuatan beton terutama kekuatan awal & pada serta waktu
pengikisan awal dan akhir beton.

penelitian tentang pengaruh penambahan *Accelerator* dan
retarder dilakukan oleh Rudi ruban dini R.2 dan Legu puwa cell berdas
sebagai tugas akhir dengan judul "PENCARUH TEMPAKALAN
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 mengakibatkan
bahkan bisa menghentikan proses penyemenan di saat itu waktu
pengeringan juga tidak terlalu lama. Idealnya setelah proses
pemompaan semen diharapkan semen sudah mengering sempurna karena
jika terlalu lama *ematis* akan membuat biaya operasional semakin
kenyamanan di lapangan sangat susah untuk mencapai kondisi ideal ini.
Untuk mengatasi masalah diatas dapat kita tambahkan additive ke dalam
semen baik berupa *accelerator* untuk mempercepat proses pengeringan

maupun retarder untuk memperlambat proses pengeringan.

Penelitian tentang pengaruh penambahan superplasticizer tipe p dan n yang 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. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (*SNI 03-2847-2002*) Dilengkapi Penjelasan (*S-2002*)).

mandu retarar unuk mampuchambar proses pengeringan.
 Penelitian tentang pengaruh penambahan superplastix tipe p dan n
 yang di lakukan oleh pemilik website *lowybetarar* dengan judul
 "Pengaruh penggunaan superplastix tipe polycarboxylate dan
 naphthalene pada mortar segar dengan menggunakan semen
 lokal" hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum superplastix
 tipe p compatible dengan semen lokal yang digunakan. Pada
 superplastix tipe N terlihat pengaruh kompatibilitas yang mencolok
 antara superplastix dengan jenis semen yang digunakan.
 Superplastix tipe P juga mampu memberikan *flowability* dan retention
 yang lebih baik dibandingkan superplastix tipe N. Terlihat juga
 pengaruh antara *flowability* dengan kuat tekan mortar. Penambahan dosis
 superplastix tipe N yang tinggi mengakibatkan mortar mengalami
 pertambahan pada perkembangan kekuatannya bahkan kehilangan
 kekuatan akhir sedangkan pada tipe P tidak menimbulkan pengaruh pada
 kekuatan akhir.

2.1.2. Pengerian Beton

Beton adalah bahan dasar dan campuran semen portland (semen hidrasiik
 yang lain) agregat halus agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan
 tambahan membentuk massa padat. Fata Cara Perhitungan Struktur Beton
 Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Edisi Revisi 2002. (2-
 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.

2.1.3 Material Pembentuk Beton

2.1.3.1 Semen

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

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

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

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen portland diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Type I (Semen Penggunaan Umum), digunakan untuk konstruksi pada umumnya dimana tidak diminta persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lainnya.
2. Type II (Semen yang mengeluarkan panas hidrasi sedang), secara umum digunakan untuk beton masif yang besar. Misalnya untuk pekerjaan dasar bendungan dan jembatan besar.
3. Type III (Semen yang mempunyai kekuatan awal tinggi), biasanya diguna untuk mengganti semen type pada pekerjaan yang mendesak yang harus dilakukan pada musim dingin. Misalnya untuk pekerjaan konstruksi bangunan dan lain-lain.
4. Type IV (Semen yang mengeluarkan panas hidrasi rendah), penggunaannya sama dengan type II.
5. Type V (semen bahan sulfat), dipakai untuk pekerjaan beton dalam tanah yang mengandung banyak sulfat dan yang berhubungan dengan air tanah. Misalnya pelapisan saluran air dalam terowongan.

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

- | | |
|---|-----------|
| - Kapur (CaO) | 60% - 66% |
| - Silika (SiO ₂) | 19% - 25% |
| - Alumina (Al ₂ O ₃) | 3% - 8% |

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

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

2.1.3.2 Agregat Halus (Pasir)

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

1. Agregat halus harus terdiri dari butir-butir yang tajam dan keras. Butir-butir agregat halus harus bersifat kekal artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca seperti terik matahari atau hujan.
2. Agregat halus boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat harus dicuci.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak, yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder (dengan larutan NaOH). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95% NaOH yang kemudian dicuci hingga bersih dengan umur yang sama.

- Oksida Besi (Fe_2O_3)
 - Oksida Magnesium (MgO) dibatasi sampai dengan 4%
- (Aman Subakti, 1992). *Teknologi Beton* (Jakarta: EIT)

2.1.3.3 Agregat Halus (Pass)

Agregat halus untuk beton dapat berupa pasir atau sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa pasir beton yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Sesuai dengan standar yang bersangkutan maka agregat untuk beton menurut pasal 4.1.2 ayat 1, maka agregat halus harus memenuhi satu dari beberapa atau semua syarat 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 teknik material atau injeksi.
2. Agregat halus boleh mengandung lumpur lebih dari 2% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melarutkan 0,003 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 2% maka agregat harus dicuci.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlarut banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Finder (dengan larutan $NaOH$). Agregat halus yang tidak memenuhi percobaan warna ini dapat juga dipakai asal kekuatan tekan adalah agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 92% $NaOH$ yang kondensasi 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 $\frac{1}{4}$.

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

2.1.3.4 Air

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

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

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

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

2.1.3.5 High Range water Reducer Superplasticizers (HRWR)

Penerapan:

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

Pengaruh:

- Meningkatkan fluiditas beton dengan pengaruh yang kecil pada waktu setting

Keterangan:

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

2.1.3.6 Retarder

Retarder adalah bahan kimia pembantu untuk memperlambat waktu pengikatan (setting time) sehingga campuran akan tetap mudah dikerjakan (workable) untuk waktu yang lebih lama. Temperatur yang tinggi 30-32 C atau sering menyebabkan makin cepatnya hardening, yang menyebabkan sukarnya penuangan dan penyelesaian. Salah satu cara untuk menggulangnya adalah dengan menurunkan temperature dengan mendinginkan air atau agregat atau keduanya. Retarder tidak menurunkan temperature awal. Fungsi retarder adalah memperlambat waktu pengikatan (set) dan pengerasan (hardening). Untuk pengangkutan yang lama, misalnya pada pembuatan beton jadi (ready mix), menunda waktu pengikatan awal dengan tetap menjaga kekecakkannya.

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 deviasi.
 - b. Tidak satupun benda uji yang nilainya kurang dari $0.85f^c$

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

memerik dalam tanda asterisk 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.

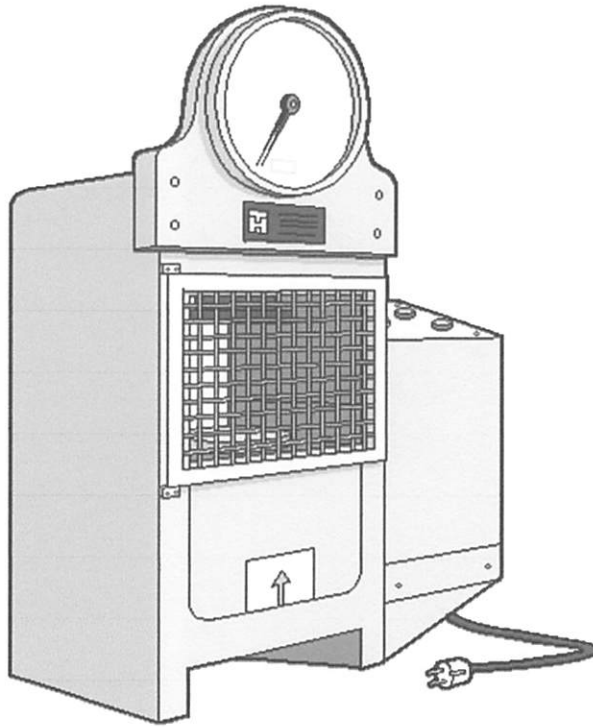
3. Pelaksanaan beton dapat diterima jika hasil kekuatan tekan beton-betonnnya memenuhi dan syarat yang diberikan nilai-nilainya sebagai berikut :

a. Nilai rata-rata dari hasil benda uji terdiri dari empat pasangan benda

uji tidak kurang dari $(f_c - 0,83f_c)$ dengan f_c adalah standar desain.

b. Tidak satupun benda uji yang nilainya kurang dari $0,83f_c$

Dr. Sri Wahono (17/2004) 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)

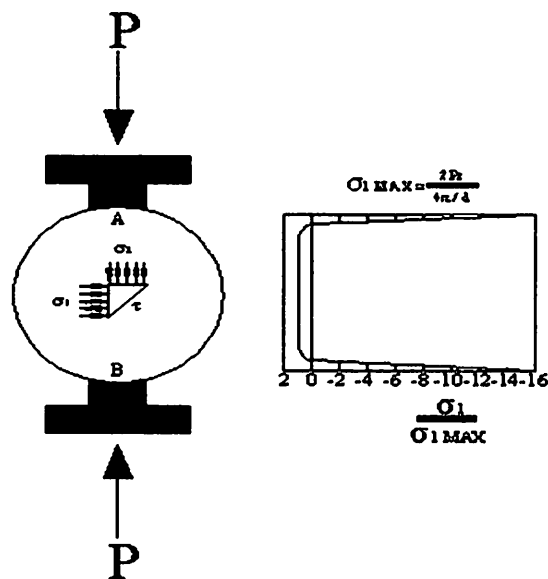
P = beban maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm)

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)

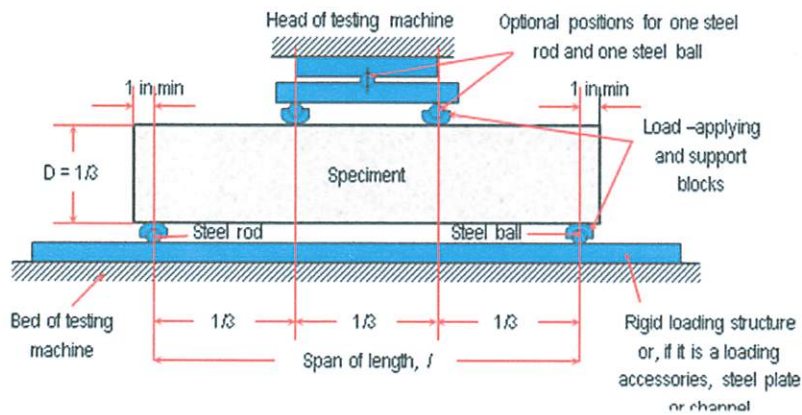
d = Diameter silinder benda uji (mm)

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

Benda uji ini diuji pada sisi-sisinya dengan memperhatikan posisinya ketika dicetak. Benda uji harus memiliki permukaan yang halus, datar dan sejajar bagi beban muatan. Benda uji diberi muatan dengan perhitungan 860 hingga 1200 KPa/min, dengan pengecualian ukuran pedoman 150 x 150 x 750 mm

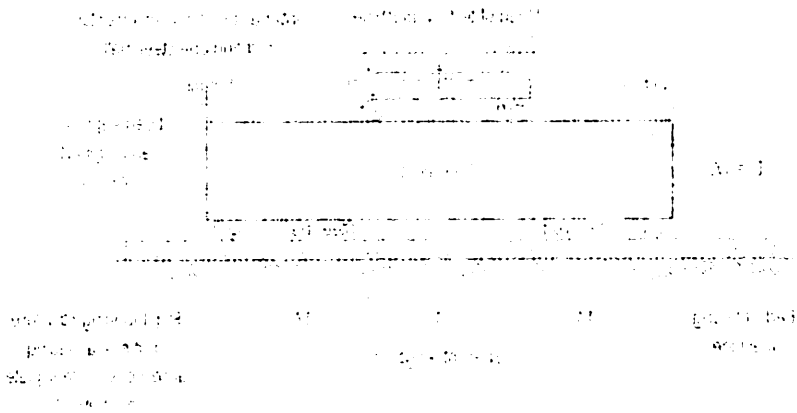
Kekuatan tarik maksimum secara teoritis atau modulus Rupture R dihitung dengan tumus balok terlentur dengan beban tiga muatan :

$$R = \frac{P.L}{bI^2} \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

2.2.3 Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton merupakan bagian penting di dalam menahan tarik-tarik akibat perubahan kadar air dan suhu. Pengujian ini dilakukan untuk penentuan konstuktivitas jalan raya dan jembatan lainnya.

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



Gambar 2.3 : Uji Tarik Beton Balok

Benda uji ini diuji pada sisi-sisinya dengan memperhatikan posisinya ketika dicetak. Benda uji harus memiliki permukaan yang halus, datar dan sejajar bagi beban muatan. Benda uji diberi muatan dengan ketinggian 800 hingga 1200 KPa/min, dengan pengendalian ukuran beban 150 x 150 x 750 mm.

Kekuatan tarik maksimum secara teoritis atau modulus rupture R dihitung dengan rumus balok terebut dengan beban tiga muatan :

$$R = \frac{F.L}{b.L^2}$$

.....Persamaan 1

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

Rumus tersebut berlaku bila balok retak diantara titik muatan (pada sepertiga bagian tengah balok). Bila balok beton pecah diluar titik tersebut, ujung-ujungnya dihitung dengan jarak tak lebih dari 5% bentangan, maka perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{3Pa}{b.t} \dots\dots\dots\Persamaan 2$$

Dimana a adalah jarak tumpuan antara titik retak dan tumpuan terdekat.

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai Kuat Tarik Lentur (flexural) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tida titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal 3-5 MPa (30-50 Kg/cm²). Kuat Tarik Lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai Kuat Tarik Lentur 5-5,5 MPa (50-55 kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan Kuat Tarik Lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²).

Hubungan antara Kuat Tekan karakteristik dengan Kuat Tarik Lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut :

Dimana : f_c = Beton maksimum (%)

L = Panjang bentangan (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

Rumus tersebut berlaku bila balok tidak memiliki tumpuan titik manapun (pada sebagian bagian tengah balok). Bila balok beton pecah di atas titik tersebut, rintang-rintangnya ditinjau dengan jarak tak lebih dari 2% bentangan, maka perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{f_c A_s}{b \cdot t} \dots \text{Persamaan 2}$$

Dimana a adalah jarak tumpuan antara titik tumpuan terdekat.

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai Kuan Tarik Beton (f_{ct}) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tidak (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal 3-5 MPa (30-50 kg/cm²). Kuan Tarik Beton beton yang diberikan dengan bahan semen pengikat seperti pasta anhidrat atau serat karbon harus mencapai Kuan Tarik Beton 5-7,5 MPa (50-75 kg/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan Kuan Tarik Beton karakteristik yang dipulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²).

Hubungan antara Kuan Tarik Beton karakteristik dengan Kuan Tarik Beton beton dapat dikaitkan dengan rumus berikut :

$$F_{cf} = K (f_c')^{0,50} \text{ dalam MPa atau.....(1)}$$

$$F_{cf} = 3,13K (f_c')^{0,50} \text{ dalam kg/c.....(2)}$$

Dengan pengertian :

f_c' = Kuat Tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm^2)

F_{cf} = Kuat Tarik Lentur beton 28 hari (kg/cm^2)

K = Konstanta 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat Batu Scoria

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)

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

- 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 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)

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 tambahan yang dapat mengurangi besarnya porositas (kadar air void), seperti superplastisizer dan retarder dan bahan tambahan lainnya. Bahan-bahan tersebut dapat mengisi rongga-rongga udara antar partikel, sehingga beton menjadi lebih padat dan kekedapannya akan bertambah

Rumus yang dipakai untuk menghitung Porositas beton adalah

- Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

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

- Perhitungan Porositas

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

Dimana :

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

W_a = berat benda uji keadaan kering oven

Bj air = berat jenis air 1 gr / ml

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

2.3.2 Workabilitas

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

Unsur-unsur yang mempengaruhinya antara lain :

1. Jumlah Air Pencampur.

Semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan

2. Kandungan Semen.

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

3. Gradasi Campuran Pasir-Krikil.

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

4. Bentuk Butiran Agregat Kasar.

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan .

5. Butir Maksimum.

6. Cara Pemadatan dan Alat Pemadat.

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

2.4 Analisa Varian dua Arah

Teknik analisa data statistik yang digunakan ketika kelompok-kelompok variabel bebas lebih dari dua. Pada anova kita asumsikan bahwa distribusi dari

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

2.5 Pengujian Interval Kepercayaan

Interval kepercayaan adalah suatu estimasi terhadap parameter populasi dengan memakai range (interval nilai). Estimasi interval merupakan sekumpulan angka, yang kita duga salah satunya adalah nilai yang diduga. Dengan melakukan estimasi interval maka hasil pendugaan kita akan lebih objektif. Kita juga dapat menyatakan berapa besar tingkat kepercayaan kita, bahwa interval yang terbentuk memang mengandung nilai parameter yang kita duga. Dalam ilmu sosial, interval kepercayaan yang sering digunakan adalah 90 %, 95 % atau 99 %. Pada dasarnya seorang peneliti bebas menentukan berapa besar interval kepercayaan yang akan dipergunakan. Pertimbangannya adalah dengan semakin besar tingkat kepercayaan yang diberikan maka semakin tinggi pula tingkat kepercayaan bahwa parameter populasi yang diestimasi terletak dalam interval yang terbentuk, namun penelitian itu menjadi semakin tidak teliti. Apabila kita menetapkan interval kepercayaan sebesar 95% maka dengan kata lain kita menetapkan α sebesar 5% (100-95). Pengertiannya adalah kita memberikan toleransi untuk melakukan kesalahan sebanyak 5 kali dalam 100 kali percobaan. Dengan interval kepercayaan itu maka peneliti memiliki kepercayaan bahwa nilai

masing-masing kelompok harus terdiri dari 20 orang. Dari hasil pengujian data yang diperoleh diolah dengan menggunakan analisis varian dua arah yang merupakan nilai pengamatan masing-masing petak-petak dengan anggapan bahwa pengamatan dari 1 sampai ke 4 dianggap mempunyai nilai yang heterogen. Uji yang dipergunakan dalam anova adalah uji F karena dipakai untuk pengujian dari 2 sampel.

3.2. 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 pengujian kita akan lebih objektif. Kita juga dapat menyatakan berapa 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 paku dan akan diterima fakta fakta membenarkan. Penolakan dan penerimaan hipotesis sangat bergantung pada hasil-hasil penyelidikan terhadap fakta fakta empirik yang dikumpulkan.

Adapun peran hipotesis pada penelitian ilmiah adalah :

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

parameter di tingkat populasi akan berbeda pada interval error dan rata-rata populasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari kevalidan data yang telah didapatkan. Dalam penelitian ini digunakan interval koefisien 95%. Hal ini berarti bahwa toleransi kesalahan yang diijinkan adalah sebesar 5%. Sedangkan signifikansi (95%) adalah data-data yang dapat diperoleh. Data-data yang tidak memenuhi syarat tersebut kemudian dibuang, sehingga terdapat data-data yang valid yang siap untuk diuji secara statistik.

2.6 Pengertian Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara terhadap pertanyaan yang diajukan pada rumusan masalah penelitian. Hipotesis akan dibolak-balik jika salah satu bagian akan diterima fakta-fakta yang mendukung, menolak, dan penerimaan hipotesis sangat bergantung pada hasil-hasil pengujian terhadap fakta-fakta empiris yang dikumpulkan.

Aspek utama hipotesis pada penelitian ilmiah adalah :

- Menyebutkan tujuan yang tegas bagi peneliti.
- Menyebutkan dalam bentuk pernyataan arah kegiatan yang harus dipenuhi. Dalam pembatasan ruang lingkup, memilih fakta dan menentukan relevansi pelaksanaan kegiatan.
- Menghindari peneliti dari semua kegiatan pelaksanaan penelitian yang tidak terarah dan tidak bertujuan.

Hipotesis dapat dibagi menjadi 2 bagian sebagai berikut :

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

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

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

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

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

- a. Distribusi Binomial

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

- b. Distribusi Poisson (σ^2)

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

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

c. Distribusi Normal (Z)

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

d. Distribusi Student (t)

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

e. Distribusi Chi Kuadrat (X^2)

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

Peluang terjadinya satu hasil percobaan selama suatu selang waktu yang singkat sekali atau dalam suatu daerah yang kecil, dibandingkan dengan panjang selang waktu tersebut atau besarnya daerah tersebut, dan tidak bergantung pada panjangnya 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 atau dalam daerah kecil tersebut dapat diabaikan.

c. Distribusi Normal (N)

Distribusi pola distribusi Gauss adalah distribusi probabilitas yang paling banyak digunakan dalam berbagai analisis statistik. Distribusi normal baku adalah distribusi normal yang memiliki rata-rata nol dan simpangan baku satu. Distribusi ini juga disebut *bell curve* (bay curve) karena grafik fungsi keprobatan probabilitasnya mirip dengan bentuk lonceng.

d. Distribusi Student (t)

Sama dengan distribusi normal, hanya sampel yang digunakan sedikit.

(umumnya kurang dari 30)

e. Distribusi Chi Kuadrat (X²)

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

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

f. **Distribusi Fisher (F)**

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

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

2.6.1 Hipotesis Penelitian

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

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

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

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

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

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

2.7 Analisa regresi

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

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

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

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

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

3.2 Metode Penelitian

Studi penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

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

3.3 Populasi dan Sampel

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

ոյն բացահայտումը գրեթե միշտ էլ կապված է լինում հարկային քաղաքականության հետ և հարկային քաղաքականության փոփոխությունների հետ։

2.7 Բարեփոխումներ

Այսպիսով, բարեփոխումները կարող են լինել հարկային քաղաքականության

փոփոխություններ կամ բարեփոխումներ, որոնք կարող են լինել հարկային քաղաքականության

3. Հարկային քաղաքականության փոփոխությունները կարող են լինել հարկային քաղաքականության բարեփոխումներ

կամ հարկային քաղաքականության փոփոխություններ, որոնք կարող են լինել հարկային քաղաքականության

4. Հարկային քաղաքականության փոփոխությունները կարող են լինել հարկային քաղաքականության բարեփոխումներ կամ հարկային քաղաքականության փոփոխություններ, որոնք կարող են լինել հարկային քաղաքականության

2.8 Արտաքին Բարեփոխումներ

Հարկային քաղաքականության փոփոխությունները կարող են լինել հարկային քաղաքականության

բարեփոխումներ կամ հարկային քաղաքականության փոփոխություններ, որոնք կարող են լինել հարկային քաղաքականության

բարեփոխումներ կամ հարկային քաղաքականության փոփոխություններ, որոնք կարող են լինել հարկային քաղաքականության

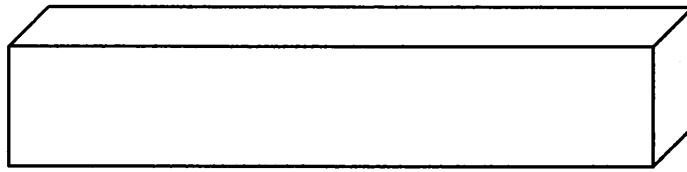
2.9 Բարեփոխումներ և Կարգապահություն

ՄԵԼՈԳՈԳՈՍԻ ԲԵՆԵՄԻՆԱՐ

ԲՆԻՎ

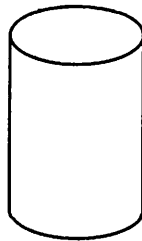
anggota populasi disebut sampel. Ditentukan variasi campuran dan jumlah sampel (benda uji) sebagai berikut :

1. Benda uji tanpa penambahan additive sebagai acuan (0%) dengan jumlah sampel :
 - a. Kuat tekan dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 15$ buah
 - b. Kuat tarik belah dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 3$ buah
 - c. Kuat tarik lentur dengan memakai benda uji balok $15 \times 15 \times 60 = 3$ buah
 - d. Kuat modulus elastisitas dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 5$ buah
 - e. Porositas dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 3$ buah
2. Benda Uji dengan penambahan superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% dengan jumlah populasi sampel :
 - a. Kuat tekan dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 15$ buah
 - b. Kuat tarik belah dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 3$ buah
 - c. Kuat tarik lentur dengan memakai benda uji balok $15 \times 15 \times 60 = 3$ buah
 - d. Kuat modulus elastisitas dengan memakai benda uji silinder $15 \times 30 = 5$ buah
 - e. Porositas dengan memakai benda uji silinder $10 \times 20 = 3$ buah

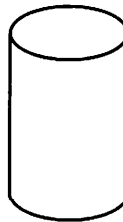


balok 15 x 15 x 60

Gambar 3.1: Benda uji untuk pengujian kuat tarik lentur



silinder 15 x 30 cm



silinder 10 x 20 cm

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

3.4 Alat Dan Bahan Penelitian

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

a. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini :

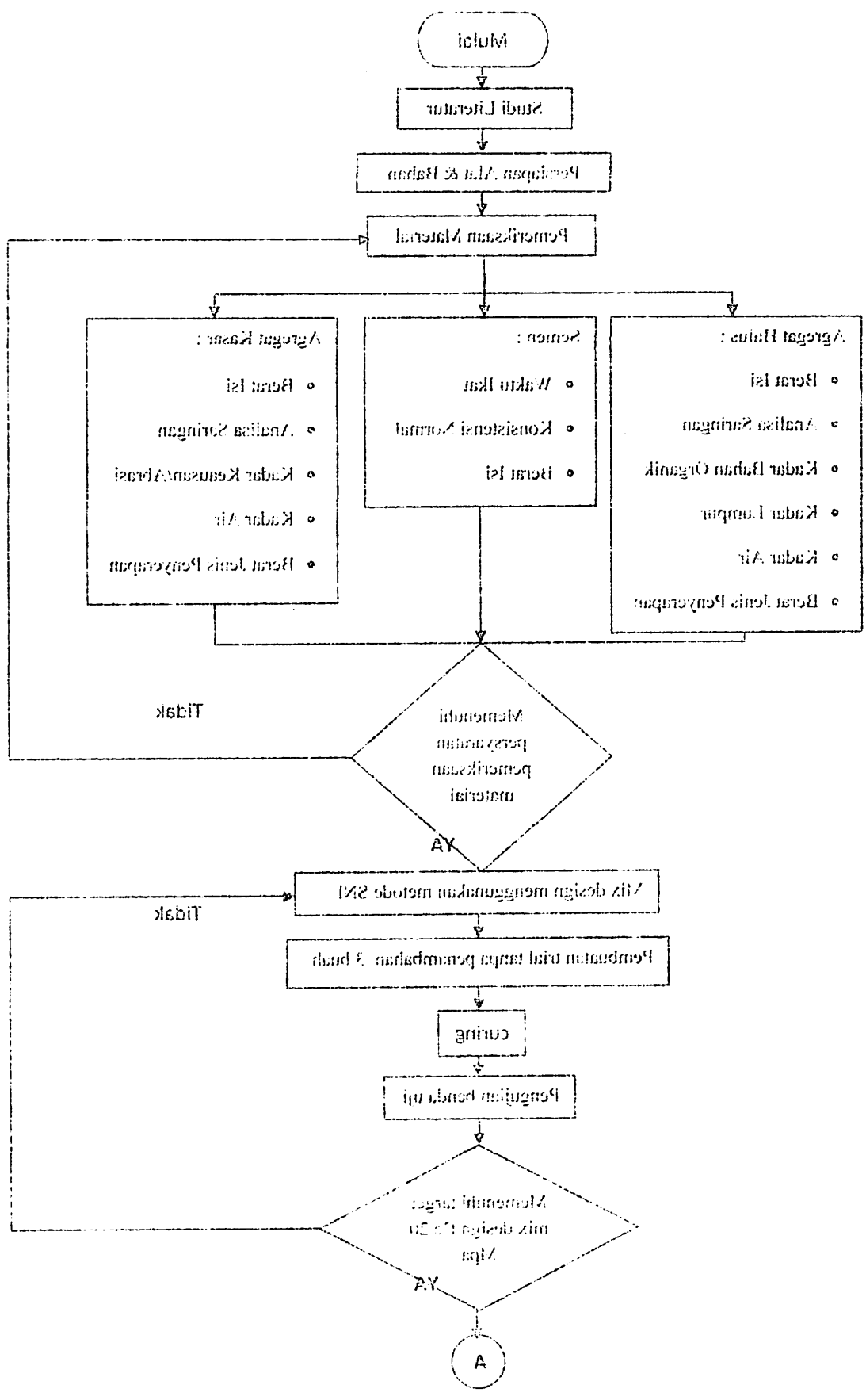
- Semen : Semen Tiga roda Type 1.
- Agregat Halus (pasir) : Pasir dari kali Lesti, Lumajang.
- Agregat Kasar (kerikil) : Kerikil dari Pandaan.
- Air : Air dari PDAM Kota Malang.

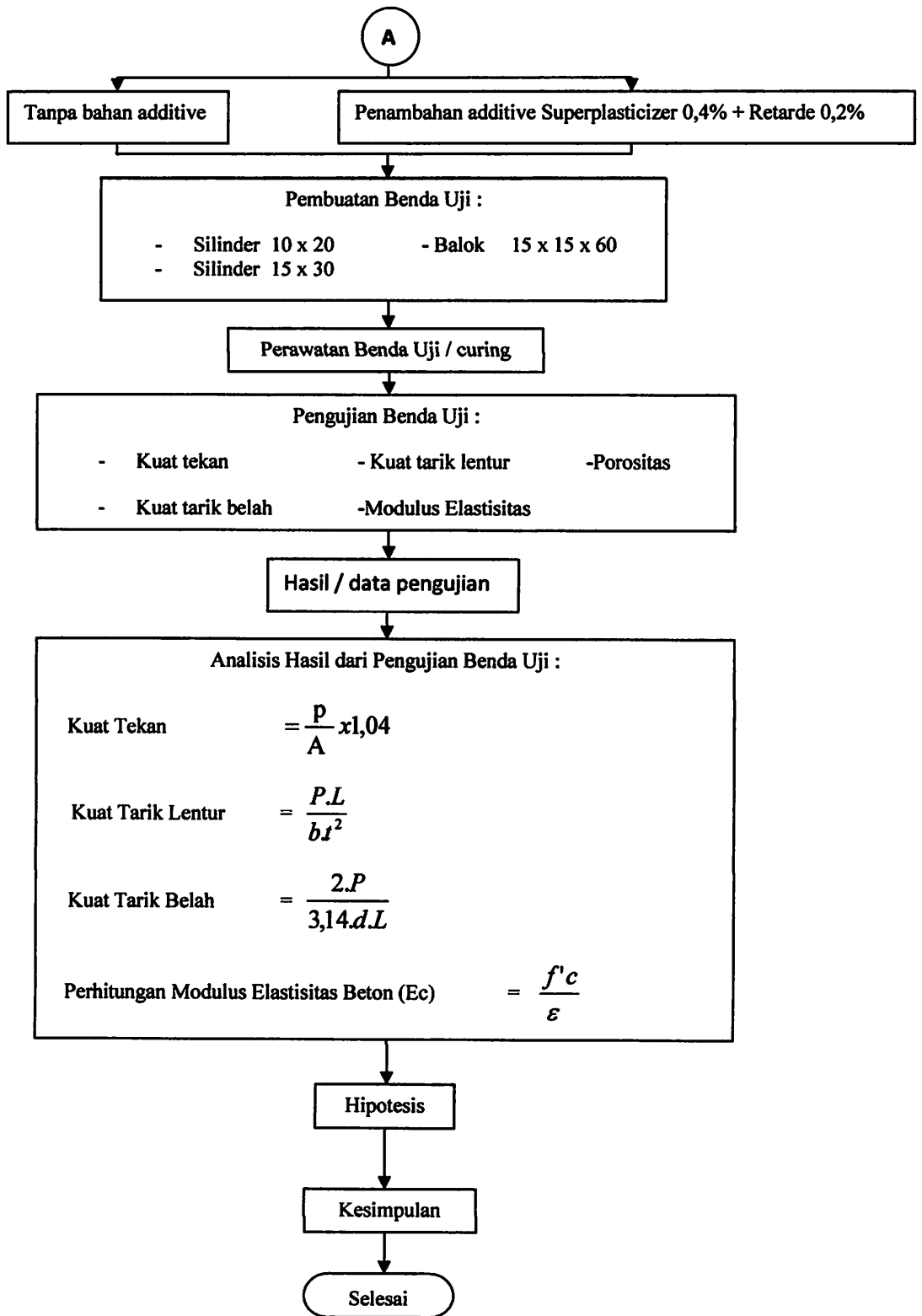
- Superplasticizer : PT Sika, Surabaya
- Retarder : PT Sika, Surabaya

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.





Bagan Alir 3.1 : Proses Pelaksanaan Penelitian

3.5 Metode Pengumpulan Data

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

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

3.6 Teknik Analisa Data

Selanjutnya dari data-data yang didapat dilakukan perhitungan secara analitis dan eksperimen. Dari hasil perhitungan secara analitis dan eksperimen tersebut untuk selanjutnya dicari prosentase kesalahannya. Perlakuan yang terjadi

dalam satu kelompok diakibatkan oleh penambahan additive superplasticizer dan Retarder pada beton. Untuk mengetahui kontribusi bahan tambahan pada beton. Sebelumnya akan dilakukan perhitungan secara statistik mengenai hubungannya apakah superplasticizer dan Retarder sebagai bahan campuran berpengaruh terhadap sifat mekanis beton.

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

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

Analisis regresi berganda dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

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

Dimana :

Y = variable tak bebas / terikat

X = variabel-variabel bebas

a = konstanta (intersept)

b = koefisien regresi / nilai parameter

Pengujian Hipotesis Distribusi T Pada Model Regresi Berganda

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

- Hipotesa Nol = H_0

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

- Hipotesa alternatif = H_a

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

Langkah-langkah / urutan menguji hipotesa dengan distribusi t

1. Merumuskan hipotesa

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

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

2. Menentukan taraf nyata / level of significance = α

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

Dimana :

df = degree of freedom/ derajat kebebasan

n = jumlah sampel

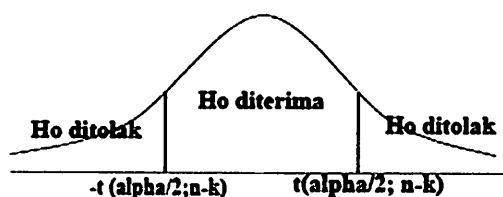
k = banyaknya koefisien regresi + konstanta

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

Untuk mengetahui kebenaran hipotesis digunakan criteria sebagai berikut.

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

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



4. Menentukan uji statistik (Rule of the test)
5. Megambil keputusan

Keputusan bisa menolak Ho atau menerima Ho.

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

Apabila t hitung lebih kecil dari t tabel, maka Ho diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel independen tidak berpengaruh terhadap variabel dependen.

BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1 Perhitungan Komposisi Campuran Beton

4.1.1 Perhitungan Mix Design Beton untuk Agregat Kasar untuk Mutu f_c 20 MPa Mengacu Pada SNI

- Data – data hasil test material

- Berat isi agregat halus = 1,78 gr/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,47 gr/cm³
- Berat jenis agregat kasar = 2,71
- Berat jenis agregat halus = 2,66
- Max agregat size = 20 mm
- Kadar air agregat halus = 3,68 % kondisi asli & 4,59 % kondisi SSD
- Kadar air agregat kasar = 1.26 % kondisi asli & 1,81 % kondisi SSD

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

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

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

BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

- 4.1 Perhitungan komposisi Campuran Beton
- 4.1.1 Perhitungan Mix Design Beton untuk Agregat Kasar untuk Muta Fe

20 MPa Mengacu Pada SNI

• Data – data hasil test material

- Berat isi agregat halus = 1,58 g/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,47 g/cm³
- Berat jenis agregat kasar = 2,71
- Berat jenis agregat halus = 2,66
- Max agregat size = 20 mm
- Kadar air agregat halus = 3,02 % kondisi asli & 4,59 % kondisi SSD
- Kadar air agregat kasar = 1,50 % kondisi asli & 1,81 % kondisi SSD

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

$$= 20 \times \frac{10^6}{10^7} \text{ kg/cm}^2$$

$$= 200 \text{ kg/cm}^2$$

2. Desain standar : diambil yang baik antara 2,2 < 2,5 = 2,2

Tabel 4.1: Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

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

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*

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

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

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

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

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

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

5. Jenis semen yang digunakan : Tiga Roda PPC

6. Jenis Agregat Kasar : Dipecah

Jenis Agregat halus : Tidak dipecah

7. Faktor air semen (W/C) :

Tabel 4.3: Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terlelah

| Solusi beton (mm) | | | | | Kondisi Ekspos |
|-------------------|------|------|------|------|---|
| 35 | 30 | 30 | 30 | 35 | Ringan |
| 35 | 35 | 30 | 35 | - | Sedang |
| 35 | 30 | 40 | - | - | Buruk |
| 30 | 40 | 30 | - | - | Sangat buruk |
| 30 | 30 | - | - | - | Ekstrem |
| 0,45 | 0,30 | 0,25 | 0,60 | 0,65 | W/C maksimum |
| 100 | 350 | 325 | 300 | 275 | Jumlah semen minimum (kg/m ³) |
| 30 | 45 | 40 | 35 | 30 | Kekuatan minimum (MPa) |

Sumber : Kelompok Praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Karena mutu yang di tentukan 20 MPa berdasarkan pada tabel diambil diambil w/c

maksimum pada tabel 4.17 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 0,3

10. Slump rencana = 35 - 50 mm

11. Maximum aggregate size dengan melihat agregat yang terlelah di samping no

$\frac{3}{4}$: 19,1 mm dan di dapat kawat-kawat agregat kasar 20 mm

8. Faktor air semen maksimum :

Tabel 4. 3: Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos

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

Sumber : *Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi*

Karena mutu yang di tentukan 20 MPa pembacaan pada tabel diambil diambil w/c maksimum pada tabel 4.17 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

Tabel 4.3: Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terlepas

| Solusi beton (mm) | | | | | Kondisi Ekspos |
|-------------------|------|------|------|------|---|
| 25 | 20 | 20 | 20 | 25 | Ringan |
| 20 | 25 | 20 | 35 | - | Sedang |
| 25 | 20 | 40 | - | - | Buruk |
| 20 | 40 | 20 | - | - | Sangat buruk |
| 20 | 20 | - | - | - | Ekstrem |
| 0.42 | 0.20 | 0.22 | 0.60 | 0.62 | W/C maksimum |
| 100 | 120 | 122 | 190 | 122 | Jumlah semen minimum (kg/m ³) |
| 20 | 42 | 40 | 32 | 30 | Kekuatan minimum (MPa) |

Sumber: Kelembagaan Teknologi Beton Komarkes

Karena mutu yang di tentukan 20 MPa berdasarkan pada tabel diambil w/c

maksimum pada tabel 4.17 yaitu = 0.42

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 0.2

10. Slump rencana = 22 - 20 mm

11. Maksimum agregat size dengan melihat agregat yang tertera di karangan no

3/4 x 1.25 mm dan di dapat kawat-kawat 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 4.18 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 60 - 180 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas 195 mm

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

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

13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.17 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.

Tabel 4.4 : Perkiraan Jumlah Air Bebas yang Diperlukan Untuk Pembuatan

Tabel 4.4 (lanjutan)

| Ukuran maksimum agregat (mm) | Jenis Agregat | Jumlah air (kg/m ³) untuk slump (mm) | | | |
|------------------------------|---------------|--|---------|---------|----------|
| | | 0 - 10 | 10 - 30 | 30 - 50 | 60 - 120 |
| 10 | Dipecah | 150 | 180 | 202 | 222 |
| | Tidak dipecah | 180 | 202 | 230 | 250 |
| 20 | Dipecah | 132 | 160 | 180 | 192 |
| | Tidak dipecah | 170 | 190 | 210 | 222 |
| 40 | Dipecah | 112 | 140 | 160 | 172 |
| | Tidak dipecah | 122 | 152 | 190 | 202 |

Sumber : Perhitungan berdasarkan Teknologi Beton Indonesia

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 4.12 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 60 - 120 dengan jenis agregat yang di pecah terdapat nilai kadar air bebas 192 mm

$$12. \text{ Perkiraan jumlah semen} = \frac{\text{Kadar air bebas}}{A_1 (\text{rasio})}$$

$$= \frac{106,8007}{0,71} = 150,4235 \text{ kg/m}^3$$

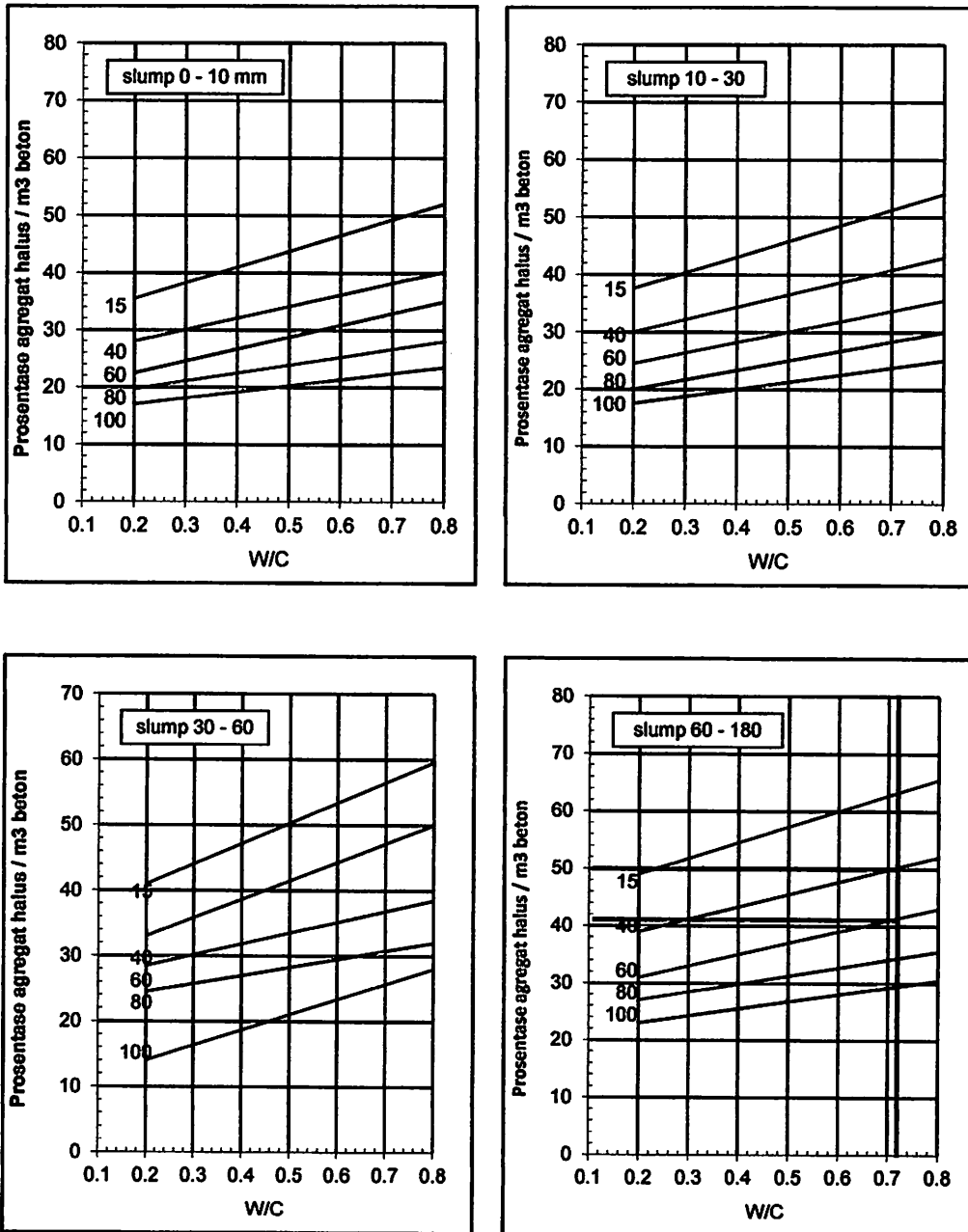
13. Jumlah semen minimum :

Jumlah semen minimum dilihat pada Tabel 4.12 dengan w/c maksimum 0,42 diperoleh jumlah semen minimum 400 kg/m³

14. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan adalah nilai terbesar antara jumlah perbandingan semen minimum (no.13) dengan jumlah semen minimum (no.12) yaitu 277,3232 kg/m³.

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

Dengan menggunakan 4 grafik

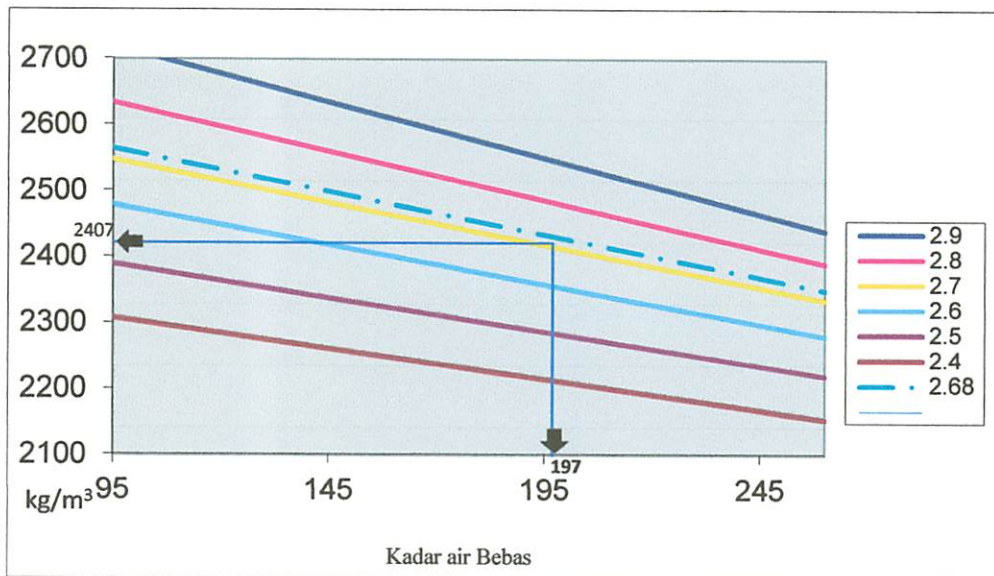


Grafik 4. 2. : Penentuan Presentase Agregat Halus Untuk Diameter Maksimum 20 mm

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

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



Grafik 4.3 : Perkiraan berat jenis beton segar

$$\text{Jumlah Proporsi agregat halus} = \frac{20\% + 41,9\%}{2} = 42,95\%$$

16. Proporsi agregat kasar : 100% - 42,95% = 57,05%

17. Dari data pemerkasaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus

(SSD) : 2,66

18. Dari data pemerkasaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar

(SSD) : 2,71

19. Berat jenis agregat gabungan :

= Proporsi agregat halus (no.15) x berat jenis agregat halus (SSD)(no.17)

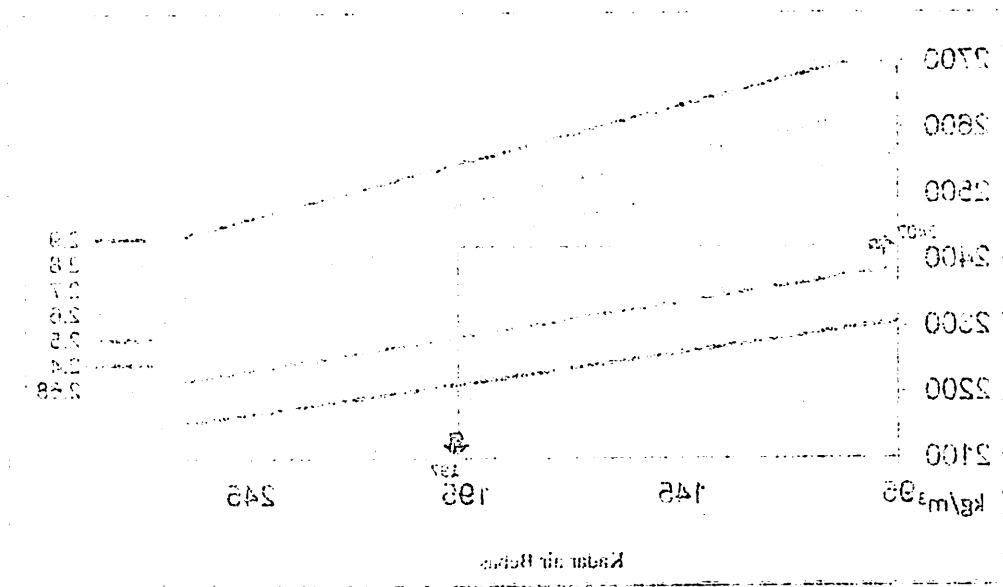
+ Proporsi agregat kasar (no.16) x berat jenis agregat kasar (SSD)(no.18)

1100 %

= ((42,95)(2,66) + (57,05)(2,71))1100

= 2,687

20. Berat isi beton basah dapat di lihat pada gambar 4.10 di dapat 2407



Grafik 4.3 : Perkiraan berat jenis beton segar

21. Total jumlah agregat
 = Berat jenis beton basah (no.20) – Kadar air bebas (no.11) – jumlah semen yang di rencanakan (no.12)
 = (2407)-(196,8997)-(277,3235) = 1932,7768 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

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

31. Jumlah agregat kasar

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

32. Jumlah air

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

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 277,32 kg/m³ untuk semen (no:14)
- 802,18 kg/m³ untuk agregat halus (no:30)
- 1027,30 kg/m³ untuk jumlah agregat kasar (no:1)
- 198,72 kg/m³ untuk jumlah kadar air (no:32)

Tabel 4.2 : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

| Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan | | | | |
|---|--------|--------|---------------|---------------|
| | Jumlah | Semen | Agregat halus | Agregat kasar |
| | (kg) | (kg) | (kg) | (kg) |
| Per m ³ | 277,32 | 802,18 | 1027,30 | 198,72 |
| 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

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau mesin yaitu 0,3 m³. Jika untuk membuat benda uji sebanyak 124 buah dengan silinder 10 x 20 sebanyak 30 buah, silinder 12 x 30 sebanyak 30 buah, balok 12 x 12 x 60 sebanyak 8 buah yang dilakukan secara bertahap sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pemampuan:

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 0,3 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:

Dari data di atas maka di dapat komposisi sebagai berikut :

- 227,32 kg/m³ untuk semen (no:1)
- 802,18 kg/m³ untuk agregat halus (no:30)
- 1027,30 kg/m³ untuk jumlah agregat kasar (no:1)
- 198,22 kg/m³ untuk jumlah kadar air (no:32)

Tabel 4.2 : Komposisi Akhir Campuran Beton Kondisi Lapangan

| Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan | | | | |
|---|--------|--------|---------------|---------------|
| | Jumlah | Semen | Agregat halus | Agregat kasar |
| | (kg) | (kg) | (kg) | (kg) |
| Per m ³ | 227,32 | 802,18 | 1027,30 | 198,22 |
| 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

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau mixer yaitu 0,3 m³. Jika 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 pelatiran untuk setiap uji pemampatan:

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan
n = jumlah benda uji.

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan
n = jumlah benda uji.

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

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

Keterangan : 1,2 = merupakan nilai factor kehilangan
n = jumlah benda uji.

Untuk kebutuhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

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

| | jenis | ukuran | jumlah | f.KEHILANGAN | volume | 3 hari | 7 hari | 14 hari | 28 hari |
|----------------|----------|----------------|--------|--------------|--------|--------|--------|---------|---------|
| k.tekan | silinder | =0,1*0,2 | 12 | 1.2 | 0.0019 | 0.0226 | 0.0226 | 0.0226 | 0.0226 |
| | | =0,15*0,3 | 8 | 1.2 | 0.0064 | 0.0509 | 0.0509 | 0.0509 | 0.0509 |
| k.tarik lentur | baLok | =0,15*0,15*0,6 | 4 | 1.2 | 0.0162 | 0.0648 | 0.0648 | 0.0648 | 0.0648 |
| k.tarik belah | silinder | =0,15*0,3 | 4 | 1.2 | 0.0064 | 0.0254 | 0.0254 | 0.0254 | 0.0254 |

BERAT ADDITIVE

| | | | | | |
|-------------|--------|-------|----|------|-------|
| sp | 100 ml | 110.1 | gr | 1101 | liter |
| accelerator | 100 ml | 119.8 | gr | 1198 | liter |
| retarder | 100 ml | 112.8 | gr | 1128 | liter |

superplasticizer 0.4% * 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 | 0.006359 | 1.76333922 | 3 | 5.29 | 0.40% | 0.20% |
| agregat halus | 757.97 | 0.006359 | 4.819552245 | 3 | 14.46 | 2.12% | 1.06% |
| agregat kasar | 1182.29 | 0.006359 | 7.517590965 | 3 | 22.55 | 23.29723777 | 11.93427984 |
| air | 195.82 | 0.006359 | 1.24512147 | 3 | 3.74 | | |

silinder 10*20

| | v 1 | v 2 | v1*v2 | benda uji | volume benda uji | ADDITIVE | |
|---------------|---------|----------|------------|-----------|------------------|-------------|-------------|
| | kg | kg | kg | | | SP | RETARDER |
| semen | 277.32 | 0.001884 | 0.52247088 | 12 | 6.26965056 | 0.40% | 0.20% |
| agregat halus | 757.97 | 0.001884 | 1.42801548 | 12 | 17.13618576 | 0.025078602 | 0.012539301 |
| agregat kasar | 1182.29 | 0.001884 | 2.22743436 | 12 | 26.72921232 | 27.61154107 | 14.14433166 |
| air | 195.82 | 0.001884 | 0.36892488 | 12 | 4.42709856 | | |

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 | 4.492584 | 1 | 4.492584 | 0.40% | 0.20% |
| agregat halus | 757.97 | 0.0162 | 12.279114 | 1 | 12.279114 | 0.017970336 | 0.008985168 |
| agregat kasar | 1182.29 | 0.0162 | 19.153098 | 1 | 19.153098 | 19.78533994 | 10.1352695 |
| air | 195.82 | 0.0162 | 3.172284 | 1 | 3.172284 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

4.2 Pelaksanaan Campuran Beton

4.3.1 Prosedur Pelaksanaan Campuran (Preparasi)

Prosedur untuk pelaksanaan campuran setelah ditetapkan susun-musun campuran sebagai berikut :

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

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

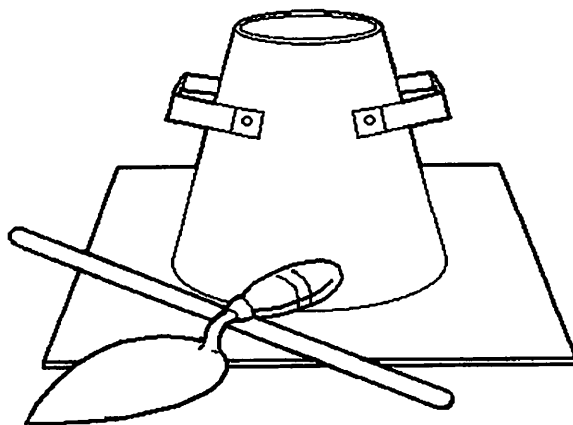
4.3.2 Uji Slump Beton

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. Frosedur Pelaksanaan

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

4.3.3 Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji

A. Tujuan

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

- C. Prosedur Pelaksanaan**
- Cetakan dan pelat dibersihkan dengan kain kasar.
 - Letakkan cetakan di atas pelat.
 - Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 2 lapis. Lapis 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 rap-bat lapisan. Pada lapisan pertama pemusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan.
 - Setelah selesai pemadatan, tarikan pemadatan benda uji dengan tongkat tunggul selama setengah menit, dan dalam jangka waktu ini semua kelebihan beton segar di sekitar cetakan harus dibersihkan.
 - Cetakan diangkat perlahan-lahan tegak lurus ke atas.
 - Balikkan cetakan dan letakkan di samping benda uji.
 - Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata dari benda uji.

4.3.3 Pembuatan Dan Persiapan Benda Uji

A. Tujuan

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

sebagai bahan campuran untuk mengetahui pengaruhnya terhadap sifat mekanis beton

B. Peralatan

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

C. Prosedur Pelaksanaan

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

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

D. Perawatan Benda Uji

Langkah – langkah perawatan benda uji

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

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

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

E. Persiapan Pengujian

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

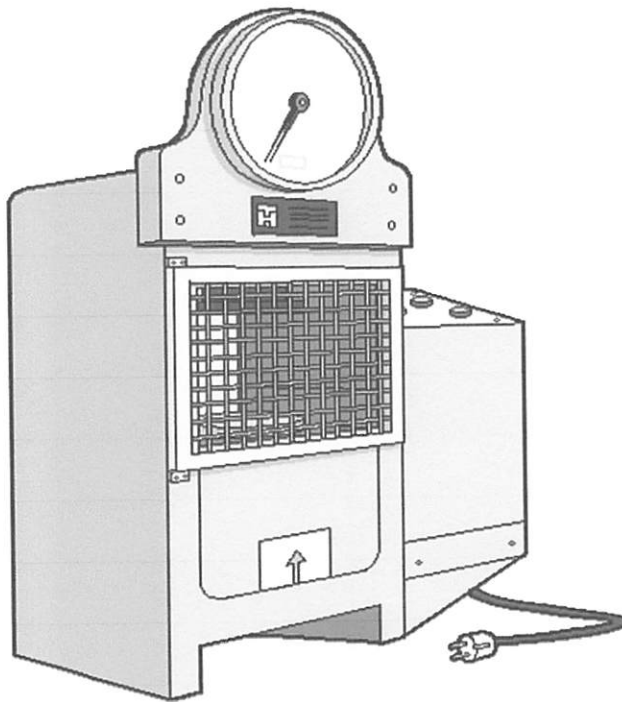
4.3.4 Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah Dan Lentur Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 4. 2 : Alat Uji Kuat Tekan

Rumus yang dipakai untuk menghitung kuat tekan adalah :

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

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

C. Pengujian

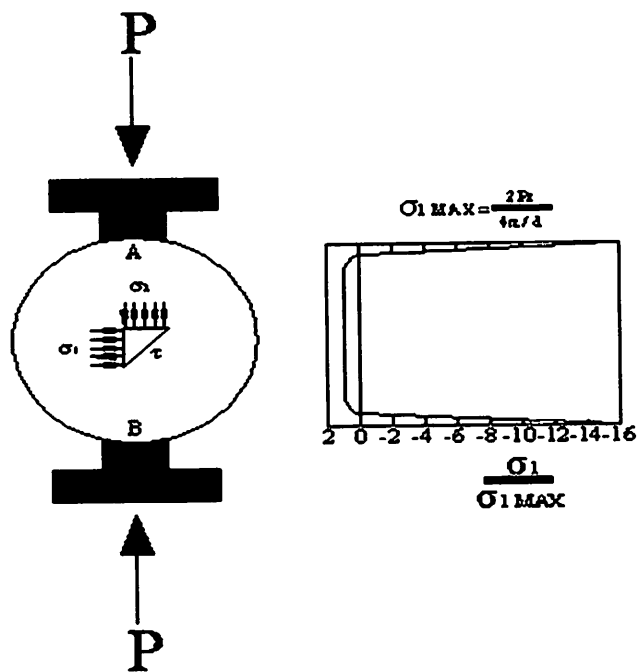
a. Kuat Tekan Beton :

- 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 Tarik-Belah :

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji

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



Gambar 4.3 : Uji Tarik Belah Silinder

Tegangan dihitung dengan rumus :

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

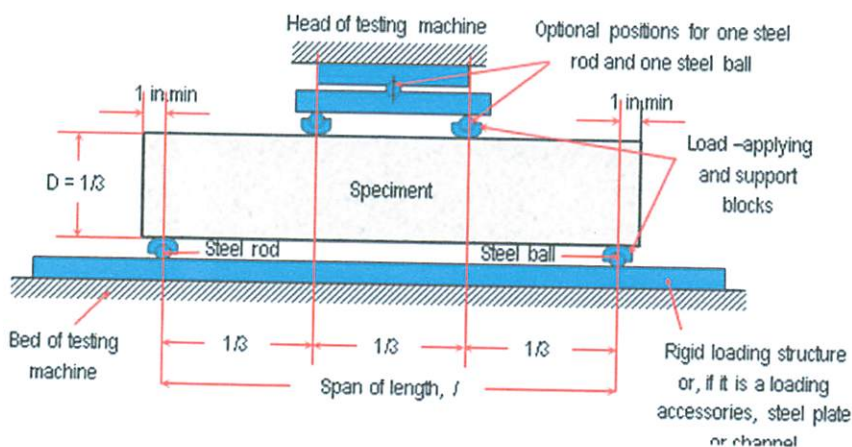
Dimana : P = Beban Maksimum (N)

d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

c. Kuat Tarik Lentur :

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



Gambar 4.4 : Uji Tarik Lentur Balok

Tegangan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kuat Tarik Bata} = \frac{2P}{314d^2}$$

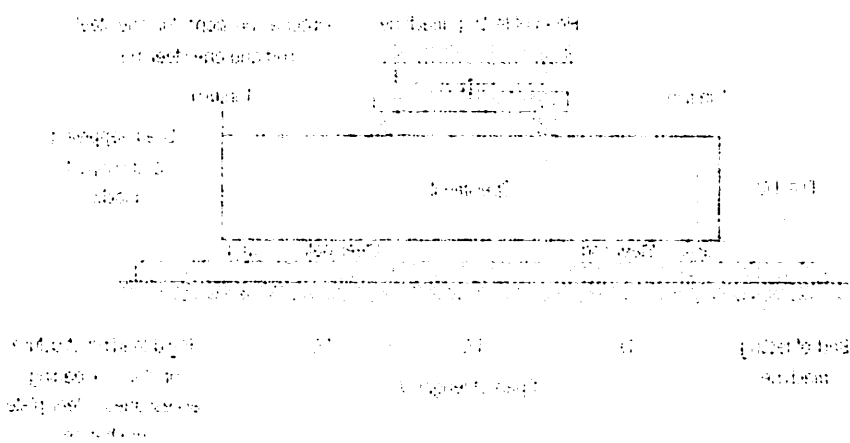
Dimana : P = Beban Maksimum (N)

d = Diameter silinder benda uji (mm)

L = Panjang silinder benda uji (mm)

c. Kuat Tarik Beton :

- Ambililah benda uji dari tempat pembuatan
- 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 4.1 : Uji Tarik Lentur Bata

Kuat Tarik Lentur dihitung dengan rumus :

$$R = \frac{P.L}{bt^2} \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

Rumus tersebut berlaku bila balok retak diantara titik muatan (pada sepertiga bagian tengah balok). Bila balok beton pecah diluar titik tersebut, ujung-ujungnya dihitung dengan jarak tak lebih dari 5% bentangan, maka perhitungan sebagai berikut :

$$R = \frac{3Pa}{b.t} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Dimana a adalah jarak tumpuan antara titik retak dan tumpuan terdekat.

4.3.5 Pengujian Porositas

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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

C. Pelaksanaan

- a. Benda uji yang telah mencapai umur tertentu, diredam dalam bak peredan selama 24 jam.
- b. Benda uji diambil dari peredaman kemudian dilab dengan kain mencapai keadaan jenuh kering muka dan ditimbang serta dicatat beratnya.
- c. Gunakan nilai berat benda uji itu sebagai berat benda uji SSD (WSSD)
- d. Selanjutnya benda uji dimasukkan oven dengan suhu 110 ± 5 °C 24 jam
- e. Benda uji kering oven di timbang dan dicatat beratnya.
- f. Selanjutnya benda uji dimasukkan oven lagi dengan suhu 110 ± 5 °C 24 jam
- g. Benda uji kering oven di timbang dan dicatat beratnya lagi.
- h. Lakukan berulang-ulang sampai 3 kali penimbangan tidak ada perubahan berat benda uji.
- i. Gunakan nilai berat benda uji itu sebagai berat benda uji kering (Wa).

B. Perawatan

- a. Alat timbang dengan ketelitian 0,001 dari berat benda uji.
- b. Oven dengan pengatur suhu sampai temperatur $(110 \pm 2)^\circ\text{C}$.
- c. Bak air berdekat.

C. Pelaksanaan

- a. Benda uji yang telah mencapai suhu terendah diletakkan dalam bak perlatan selama 24 jam.
- b. Benda uji diambil dari perendamannya kemudian ditipis dengan kain menyerupai keabuan jenis kuring muka dan ditimbang serta dicatat hasilnya.
- c. Gunakan nilai berat benda uji ini sebagai berat benda uji 2SD (W_{2SD}).
- d. Selanjutnya benda uji dimasukkan oven dengan suhu $110 \pm 2^\circ\text{C}$ 24 jam.
- e. Benda uji kuring oven di timbang dan dicatat hasilnya.
- f. Selanjutnya benda uji dimasukkan oven lagi dengan suhu $110 \pm 2^\circ\text{C}$ 24 jam.
- g. Benda uji kuring oven di timbang dan dicatat hasilnya lagi.
- h. Lakukan pertulangan-ulangan sampai 3 kali penimbangan tidak ada perubahan berat benda uji.
- i. Gunakan nilai berat benda uji ini sebagai berat benda uji kuring (W_g).

4.3.6 Pengujian Modulus Elastisitas

A. Tujuan

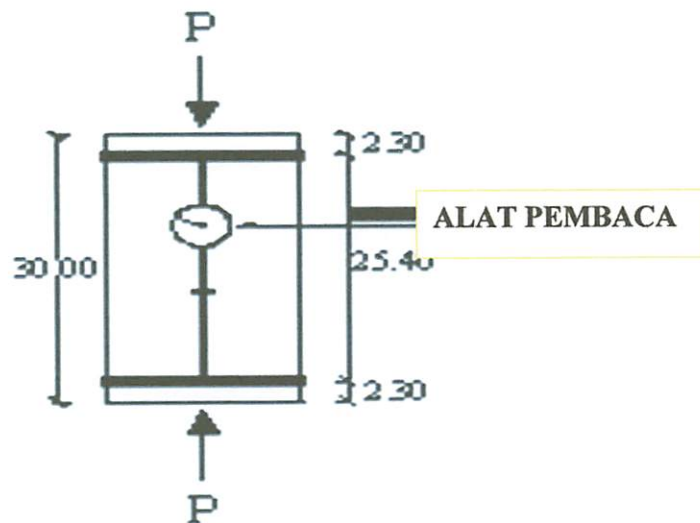
Tujuan dari pengujian adalah untuk mengetahui seberapa besar regangan yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan beton benda uji.

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)

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

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

Dimana :

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

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

L = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

f'_c = kuat Tekan Beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm^2)

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton

5.1.1. Data Pengujian Kuat Tekan

Untuk pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder 100 x 200 mm pada variasi umur 3,7,14,28 hari. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tegangan hancur beton perlakuan tanpa bahan tambahan sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

- **Perhitungan Tegangan Tekan Beton**

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

$$= \frac{7000}{3,14 \times 50^2 \times 0,4} \times 1,04$$

$$= 23,1847 \text{ MPa}$$

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

$$= \frac{115000}{3,14 \times 50^2 \times 0,65} \times 1,04$$

$$= 9,9032 \text{ MPa}$$

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

• Analisis perhitungan kuat tekan beton karakteristik umur 3 hari tanpa

penambahan

- Kuat tekan rata-rata :

$$f_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}}{n}$$

$$= \frac{134,713}{12}$$

$$= 8,998 \text{ MPa}$$

- Standar Deviasi :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - \bar{f}_{cr})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{6,0263}{12-1}}$$

$$= 1,0405 \text{ MPa}$$

Untuk 12 benda uji, standar deviasi (s) dikalikan 1,16 sehingga :

$$s = 0,6261 \times 1,16 = 0,7261 \text{ MPa}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_{cr} = f_{cr} + 1,34 \cdot s$$

$$f_{cr} = f_{cr} - 1,34 \cdot s$$

$$= \frac{160000}{3,14 \times 50^2 \times 0,88} \times 1,04$$

$$= 18,6538 \text{ MPa}$$

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

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

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

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 3 hari tanpa penambahan**

~ **Kuat tekan rata – rata :**

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

~ **Standart Deviasi :**

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{6,0262}{15 - 1}} \\
 &= 1,6402 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

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

~ **Kuat tekan karakteristik beton**

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

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

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

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

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

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

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

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

| No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (har) | Bentuk Benda uji | Berat (kg) | Tek. hancur (N) | Teg. Hancur (MPa) | f'_{cr} (MPa) | $(f'_c - f'_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f'_c (MPa) |
|--------|-----------------|-----------------|---------------|---------------------|---------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|------------|-----------------|
| 1 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.697 | 70000 | 9.2739 | 8.9648 | 0.0956 | 0.7611 | 10.6915 |
| 2 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.745 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 3 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.802 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 4 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.746 | 55000 | 7.2866 | | 2.8161 | | |
| 5 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.711 | 75000 | 9.9363 | | 0.9439 | | |
| 6 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.806 | 60000 | 7.9490 | | 1.0317 | | |
| 7 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.681 | 65000 | 8.6115 | | 0.1248 | | |
| 8 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.770 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 9 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.688 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 10 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.686 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 11 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.864 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 12 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.620 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 13 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.755 | 65000 | 8.6115 | | 0.1248 | | |
| 14 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.662 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 15 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.711 | 65000 | 8.6115 | | 0.1248 | | |
| JUMLAH | | | | | | | 134.4713 | | 6.0262 | | |

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

- Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f_c^i}{n} \\
 &= \frac{172.8917}{15} \\
 &= 11,5261 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{111.3969}{15-1}} \\
 &= 0,9368 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 0,9368 \times 1,16 = 1.1173 \text{ MPa}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 11,5261 - (1,34 \times 1,1173) = 111.3969 \text{ MPa.....(persamaan 1)}$$

$$= 11'2501 - (1'34 \times 1'1133) = 11'3800 \text{ MB}^2 \dots \dots \dots (\text{berdasarkan 1})$$

$$L_c = L_{cl} - 1'34 \cdot z$$

$$L_{cl} = L_c + 1'34 \cdot z$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$z = 0'0308 \times 1'10 = 1'1133 \text{ MB}^2$$

Untuk 12 buah uji standar deviasi (s) diberikan 1'10 sebagai :

$$= 0'0308 \text{ MB}^2$$

$$= \sqrt{\frac{12-1}{1113800}}$$

$$z = \sqrt{\frac{n-1}{\sum (x_i - \bar{x})^2}}$$

- Standar Deviasi :

$$= 11'2501 \text{ MB}^2$$

$$= \frac{12}{1258013}$$

$$L_{cl} = \frac{n}{\sum x_i}$$

- Kuat tekan rata-rata :

Perhitungan

- Analisis perhitungannya kuat tekan beton karakteristik untuk 3 kali dengan

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

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

$$= 11,5261 - (2,33 \times 1,0867) + 3,5 = 12,8916 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 12,4228 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

Tabel 5. 2. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton variasi umur 3 hari dengan penambahan Superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | Berat (kg) | Tek. hancur (N) | Teg. Hancur (MPa) | f'_{cr} (MPa) | $(f'_c - f'_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f'_c (MPa) |
|--------|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------------------|---------|--------------|
| 1 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.774 | 95000 | 12.5860 | 11.5261 | 13.1133 | 1.1173 | 12.4228 |
| 2 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.823 | 90000 | 11.9236 | | 8.7546 | | |
| 3 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.881 | 90000 | 11.9236 | | 8.7546 | | |
| 4 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.824 | 95000 | 12.5860 | | 13.1133 | | |
| 5 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.788 | 75000 | 9.9363 | | 0.9439 | | |
| 6 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.885 | 80000 | 10.5987 | | 2.6699 | | |
| 7 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.757 | 85000 | 11.2611 | | 5.2734 | | |
| 8 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.849 | 70000 | 9.2739 | | 0.0956 | | |
| 9 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.764 | 90000 | 11.9236 | | 8.7546 | | |
| 10 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.762 | 90000 | 11.9236 | | 8.7546 | | |
| 11 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.945 | 90000 | 11.9236 | | 8.7546 | | |
| 12 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.695 | 95000 | 12.5860 | | 13.1133 | | |
| 13 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.833 | 85000 | 11.2611 | | 5.2734 | | |
| 14 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.738 | 90000 | 11.9236 | | 8.7546 | | |
| 15 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3.788 | 85000 | 11.2611 | | 5.2734 | | |
| JUMLAH | | | | | | | 172.8917 | | 111.3969 | | |

$$f_{cr} = f_{c0} + 2.33 \sigma - 3.5$$

$$f_{cr} = f_{c0} - 2.33 \sigma + 1.65$$

$$= 11.2501 - (2.33 \times 1.0807) - 3.5 = 13.8016 \text{ MPa (persamaan 2)}$$

Uraik kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f_{cr} sebesar 13.4238

Nilai selanjutnya diisikan tabel perhitungan tegangan beton beton dan

tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan

Tabel 2.3 Data Hasil Penelitian Kuat Tekan Beton Variasi umur 3 hari dengan penambahan Superplastisizer 0,4% dan Garamlar 0,2%

| No | Langkah Pilih | Langkah Test | Umur hari | Spesifikasi Beton | Kelembaban % | Luas mm ² | Luas mm ² | Luas mm ² | Luas mm ² | Luas mm ² |
|----|------------------|-----------------|--------------|----------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 2 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 3 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 4 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 5 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 6 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 7 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 8 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 9 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 10 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 11 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 12 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 13 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 14 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| 15 | 1012010 | 1012010 | 3 | Siemen 1020 | 7.73 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 | 11.250 |
| | | | | | | 112.500 | 112.500 | 112.500 | 112.500 | 112.500 |

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

- **Kuat tekan rata – rata :**

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

- **Standart Deviasi :**

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

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

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

- **Kuat tekan karakteristik beton**

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

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

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

- Analisis perhitungan kuat tekan beton karakteristik untuk 7 hari tunda
perambatan

- Kuat tekan rata-rata :

$$f_{cr} = \frac{\sum R_i}{n}$$

$$= \frac{219,9330}{12}$$

$$= 14,6610 \text{ MPa}$$

- Standar Deviasi :

$$s = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{191,902}{12-1}}$$

$$= 1,1708 \text{ MPa}$$

Untuk 12 benda uji, standar deviasi (s) dikalikan 1,10 sehingga :

$$s = 1,1708 \times 1,10 = 1,2281 \text{ MPa}$$

- Kuat tekan karakteristik beton

$$f_{cr} = f_c + 1,34 \cdot s$$

$$f_c = f_{cr} - 1,34 \cdot s$$

$$= 14,6610 - (1,34 \times 1,2281) = 12,8417 \text{ MPa} \dots \dots \dots (\text{persamaan 1})$$

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

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

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

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 14,9972 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

Tabel 5. 3. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 7 hari tanpa penambahan

| No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | Berat (kg) | Tek hancur (N) | Teg Hancur (MPa) | f'_{cr} (MPa) | $(f'_c - f'_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f'_c (MPa) |
|--------|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|----------------|------------------|-----------------|----------------------------|---------|--------------|
| 1 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.776 | 115000 | 15.2357 | 14.6616 | 0.3296 | 1.3581 | 14.9972 |
| 2 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.825 | 110000 | 14.5732 | | 0.0078 | | |
| 3 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.883 | 115000 | 15.2357 | | 0.3296 | | |
| 4 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.826 | 95000 | 12.5860 | | 4.3080 | | |
| 5 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.790 | 120000 | 15.8981 | | 1.5290 | | |
| 6 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.887 | 90000 | 11.9236 | | 7.4967 | | |
| 7 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.759 | 105000 | 13.9108 | | 0.5636 | | |
| 8 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.851 | 115000 | 15.2357 | | 0.3296 | | |
| 9 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.766 | 120000 | 15.8981 | | 1.5290 | | |
| 10 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.764 | 115000 | 15.2357 | | 0.3296 | | |
| 11 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.947 | 110000 | 14.5732 | | 0.0078 | | |
| 12 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.697 | 120000 | 15.8981 | | 1.5290 | | |
| 13 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 3.835 | 105000 | 13.9108 | | 0.5636 | | |
| 14 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 3.740 | 115000 | 15.2357 | | 0.3296 | | |
| 15 | 3/12/2010 | 7/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 3.790 | 110000 | 14.5732 | | 0.0078 | | |
| JUMLAH | | | | | | | 219.9236 | | 19.1902 | | |

$$f_{cr} = f_c + 2.33 \cdot \sigma - 3 \cdot \sigma$$

$$f_c = f_{cr} - 2.33 \cdot \sigma + 3 \cdot \sigma$$

$$= 14.010 - (2.33 \times 1.3281) + 3 \cdot 3 \cdot 1.3281 + 14.010 \text{ MPa (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton diberikan nilai f_c sebesar 14.010 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan dan tahanan beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 7 hari tanpa penambahan

| No | Tinggi (mm) | Luas Penampang (mm²) | Beban Maksimum (N) | Waktu (menit) | Waktu Pengujian (menit) | Waktu Pengujian (menit) | Waktu Pengujian (menit) | Waktu Pengujian (menit) | Waktu Pengujian (menit) | Waktu Pengujian (menit) |
|----|-------------|----------------------|--------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 2 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 3 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 4 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 5 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 6 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 7 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 8 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 9 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 10 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 11 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 12 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 13 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 14 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| 15 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 | 14000 |
| | | | 314.000 | | | | | | | |
| | | | 10.1805 | | | | | | | |

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

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{283.5159}{15} \\
 &= 18,9011 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_i^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{297.5654}{15-1}} \\
 &= 1,5119 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 1,1159 \times 1,16 = 1,6395 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 297,5654 - (1,34 \times 1,6395) = 16,9043 \text{ MPa.....(persamaan 1)}$$

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

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

$$= 18,9011 - (2,33 \times 1,6395) + 3,5 = 18,5810 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 18,5810 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

Tabel 5. 4. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton variasi umur 7 hari dengan penambahan Superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | Berat (kg) | Tek. hancur (N) | Teg. Hancur (MPa) | f'_{cr} (MPa) | $(f'_c - f'_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f'_c (MPa) |
|--------|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------------------|---------|--------------|
| 1 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.853 | 150000 | 19.8726 | 18.9011 | 27.1549 | 1.6395 | 18.5810 |
| 2 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.903 | 145000 | 19.2102 | | 20.6899 | | |
| 3 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.963 | 150000 | 19.8726 | | 27.1549 | | |
| 4 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.904 | 120000 | 15.8981 | | 1.5290 | | |
| 5 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.868 | 150000 | 19.8726 | | 27.1549 | | |
| 6 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.967 | 120000 | 15.8981 | | 1.5290 | | |
| 7 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.837 | 135000 | 17.8854 | | 10.3928 | | |
| 8 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.930 | 150000 | 19.8726 | | 27.1549 | | |
| 9 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.843 | 150000 | 19.8726 | | 27.1549 | | |
| 10 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.841 | 150000 | 19.8726 | | 27.1549 | | |
| 11 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 4.028 | 145000 | 19.2102 | | 20.6899 | | |
| 12 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3.773 | 150000 | 19.8726 | | 27.1549 | | |
| 13 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 3.914 | 135000 | 17.8854 | | 10.3928 | | |
| 14 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 3.817 | 150000 | 19.8726 | | 27.1549 | | |
| 15 | 16/12/2010 | 23/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 3.868 | 140000 | 18.5478 | | 15.1025 | | |
| JUMLAH | | | | | | | 283.5159 | | 297.5654 | | |

$$f_{cr} = f_c - 2.33 \cdot s = 3.2$$

$$f_c = f_{cr} + 2.33 \cdot s = 3.2$$

$$= 18.9011 - (2.33 \times 1.0362) + 3.2 = 18.2810 \text{ MPa (peramaan 2)}$$

Guna kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f_c sebesar 18.2810

MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan

tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

Tabel 2.4. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi umur 7 hari dengan penambahan Superplastisizer 0.4% dan Retarder 0.2%

| No | Tanggal Test | Umur (hari) | Luas Penampang (mm ²) | Beban Maksimum (kg) | Tebal Beton (mm) | Luas Penampang (mm ²) | Luas Permukaan (mm ²) | Luas Permukaan (mm ²) | Luas Permukaan (mm ²) | Luas Permukaan (mm ²) |
|--------|--------------|-------------|-----------------------------------|---------------------|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 2 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 3 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 4 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 5 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 6 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 7 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 8 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 9 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 10 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 11 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 12 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 13 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 14 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| 15 | 16-12-2010 | 7 | 28125 | 18200 | 100 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 | 28125 |
| Jumlah | | | | | | | | | | |
| | | | 281250 | 182000 | 1000 | 281250 | 281250 | 281250 | 281250 | 281250 |

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

~ Kuat tekan rata – rata :

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

~ Standart Deviasi :

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

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

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

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

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

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

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

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

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 18,9057 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

Tabel 5. 5. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 14 hari tanpa penambahan

| No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | Berat (kg) | Tek hancur (N) | Teg. Hancur (MPa) | f'_{cr} (MPa) | $(f'_c - f'_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f'_c (MPa) |
|--------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|------------|-----------------|
| 1 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.854 | 160000 | 21.1975 | 19.7843 | 1.9970 | 1.8792 | 18.9057 |
| 2 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.904 | 150000 | 19.8726 | | 0.0078 | | |
| 3 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.964 | 155000 | 20.5350 | | 0.5636 | | |
| 4 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.905 | 125000 | 16.5605 | | 10.3928 | | |
| 5 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.869 | 165000 | 21.8599 | | 4.3080 | | |
| 6 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.968 | 125000 | 16.5605 | | 10.3928 | | |
| 7 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.838 | 140000 | 18.5478 | | 1.5290 | | |
| 8 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.931 | 155000 | 20.5350 | | 0.5636 | | |
| 9 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.845 | 160000 | 21.1975 | | 1.9970 | | |
| 10 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.843 | 155000 | 20.5350 | | 0.5636 | | |
| 11 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 4.029 | 150000 | 19.8726 | | 0.0078 | | |
| 12 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.774 | 160000 | 21.1975 | | 1.9970 | | |
| 13 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 3.915 | 140000 | 18.5478 | | 1.5290 | | |
| 14 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 3.818 | 155000 | 20.5350 | | 0.5636 | | |
| 15 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 3.869 | 145000 | 19.2102 | | 0.3296 | | |
| JUMLAH | | | | | | | 296.7643 | | 36.7423 | | |

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

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{389,8535}{15} \\
 &= 25,7902 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{566.9306}{15-1}} \\
 &= 2,0134 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 2,0134 \times 1,16 = 1,5766 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 25,7902 - (1,34 \times 1,5766) = 22,8756 \text{ MPa.....(persamaan 1)}$$

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

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

$$= 25,7902 - (2,33 \times 2,3355) + 3,5 = 25,6169 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 25,6169 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

Tabel 5. 6. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton variasi umur 14 hari dengan penambahan Superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | Berat (kg) | Tek. hancur (N) | Teg. Hancur (MPa) | f'_{cr} (MPa) | $(f'_c - f'_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f'_c (MPa) |
|--------|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------------------|---------|--------------|
| 1 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.893 | 205000 | 27.1592 | 25.7902 | 54.3898 | 1.5766 | 25.6169 |
| 2 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.943 | 195000 | 25.8344 | | 36.6038 | | |
| 3 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 4.004 | 200000 | 26.4968 | | 45.0580 | | |
| 4 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.944 | 175000 | 23.1847 | | 11.5629 | | |
| 5 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.908 | 205000 | 27.1592 | | 54.3898 | | |
| 6 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 4.008 | 180000 | 23.8471 | | 16.5067 | | |
| 7 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.876 | 200000 | 26.4968 | | 45.0580 | | |
| 8 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.970 | 205000 | 27.1592 | | 54.3898 | | |
| 9 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.883 | 180000 | 23.8471 | | 16.5067 | | |
| 10 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.881 | 200000 | 26.4968 | | 45.0580 | | |
| 11 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 4.069 | 195000 | 25.8344 | | 36.6038 | | |
| 12 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3.812 | 205000 | 27.1592 | | 54.3898 | | |
| 13 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 3.954 | 185000 | 24.5096 | | 22.3281 | | |
| 14 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 3.856 | 200000 | 26.4968 | | 45.0580 | | |
| 15 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 3.908 | 190000 | 25.1720 | | 29.0272 | | |
| JUMLAH | | | | | | | 386.8535 | | 566.9306 | | |

$$f_{cr} = f_{c0} - 2.33 \sigma - 2.2$$

$$f_{cr} = f_{c0} - 2.33 \sigma + 2.2$$

$$= 25.000 - (2.33 \times 2.3322) + 2.2 = 22.0168 \text{ MPa (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipital nilai f_{cr} sebesar 22,0168 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk setiap perlakuan.

Tabel 2.6. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton variasi umur 14 hari dengan penambahan Superplastisizer 0,4% dan Kerasat 0,2%

| No | Tanggal Test | Tanggal Beton | Umur (hari) | Luas Penampang (mm ²) | Luas Beton (mm ²) | Luas Kerasat (mm ²) | Luas Superplastisizer (mm ²) | Luas Total (mm ²) | Luas Beton (mm ²) | Luas Kerasat (mm ²) | Luas Superplastisizer (mm ²) | Luas Total (mm ²) |
|--------|--------------|---------------|-------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|
| 1 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 2 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 3 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 4 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 5 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 6 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 7 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 8 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 9 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 10 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 11 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 12 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 13 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 14 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| 15 | 21.12.2010 | 21.12.2010 | 14 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 | 28.360 | 0 | 0 | 28.360 |
| Jumlah | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 360.000 | 360.000 | 0 | 0 | 360.000 | 360.000 | 0 | 0 | 360.000 |

- **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 :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{43,5875}{15-1}} \\
 &= 1,7645 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

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

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

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

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

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

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

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

Tabel 5. 7. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan variasi umur 28 hari tanpa penambahan

| No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | Berat (kg) | Tek. hancur (N) | Teg. Hancur (MPa) | f'_{cr} (MPa) | $(f'_c - f'_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f'_c (MPa) |
|--------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|------------|-----------------|
| 1 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3.933 | 180000 | 23.8471 | 22.3015 | 2.3890 | 2.0468 | 21.0324 |
| 2 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3.984 | 170000 | 22.5223 | | 0.0488 | | |
| 3 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 4.045 | 175000 | 23.1847 | | 0.7801 | | |
| 4 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3.985 | 140000 | 18.5478 | | 14.0904 | | |
| 5 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3.948 | 180000 | 23.8471 | | 2.3890 | | |
| 6 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 4.049 | 140000 | 18.5478 | | 14.0904 | | |
| 7 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3.916 | 160000 | 21.1975 | | 1.2189 | | |
| 8 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 4.011 | 175000 | 23.1847 | | 0.7801 | | |
| 9 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3.923 | 180000 | 23.8471 | | 2.3890 | | |
| 10 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3.921 | 175000 | 23.1847 | | 0.7801 | | |
| 11 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 4.111 | 170000 | 22.5223 | | 0.0488 | | |
| 12 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3.851 | 180000 | 23.8471 | | 2.3890 | | |
| 13 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 3.995 | 160000 | 21.1975 | | 1.2189 | | |
| 14 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 3.896 | 175000 | 23.1847 | | 0.7801 | | |
| 15 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 3.948 | 165000 | 21.8599 | | 0.1950 | | |
| JUMLAH | | | | | | | 334.5223 | | 43.5875 | | |

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

~ Kuat tekan rata – rata :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= \frac{\sum_i^n f'c_i}{n} \\
 &= \frac{443,8217}{15} \\
 &= 29,5881 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

~ Standart Deviasi :

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c - f'c_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{842,6437}{15-1}} \\
 &= 2,2065 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$s = 2,2065 \times 1,16 = 2,1077 \text{ MPa}$$

~ Kuat tekan karakteristik beton

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

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

$$= 29,5881 - (1,34 \times 2,5595) = 25,9376 \text{ MPa.....(persamaan 1)}$$

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

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

$$= 29,5881 - (2,33 \times 2,5595) + 3,5 = 28,1771 \text{ MPa... (persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai f'_c sebesar 28,1771 MPa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk semua perlakuan.

Tabel 5. 8. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton variasi umur 28 hari dengan penambahan Superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | Berat (kg) | Tek. hancur (N) | Teg. Hancur (MPa) | f'_{cr} (MPa) | $(f'_c - f'_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f'_c (MPa) |
|--------|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------|------------|-----------------|
| 1 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3.972 | 235000 | 31.1338 | 29.5881 | 78.0090 | 2.1077 | 28.1771 |
| 2 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 4.024 | 220000 | 29.1465 | | 46.8542 | | |
| 3 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 4.085 | 230000 | 30.4713 | | 66.7465 | | |
| 4 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 4.025 | 190000 | 25.1720 | | 8.2397 | | |
| 5 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3.987 | 235000 | 31.1338 | | 78.0090 | | |
| 6 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 4.089 | 200000 | 26.4968 | | 17.6008 | | |
| 7 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3.955 | 210000 | 27.8217 | | 30.4723 | | |
| 8 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 4.051 | 235000 | 31.1338 | | 78.0090 | | |
| 9 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3.962 | 230000 | 30.4713 | | 66.7465 | | |
| 10 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3.960 | 230000 | 30.4713 | | 66.7465 | | |
| 11 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 4.152 | 220000 | 29.1465 | | 46.8542 | | |
| 12 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3.890 | 235000 | 31.1338 | | 78.0090 | | |
| 13 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 15x30 | 4.035 | 230000 | 30.4713 | | 66.7465 | | |
| 14 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 15x30 | 3.935 | 230000 | 30.4713 | | 66.7465 | | |
| 15 | 7/12/2010 | 4/1/2011 | 28 | Silinder 15x30 | 3.987 | 220000 | 29.1465 | | 46.8542 | | |
| JUMLAH | | | | | | | 443.8217 | | 842.6437 | | |

5.1.2 Hasil pengujian Kuat Tarik Belah

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

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

- **Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton :**

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

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 | 1 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 13.230 | 180000 | 2.5478 | 2.5714 |
| Bahan | 2 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 12.880 | 170000 | 2.4062 | |
| Tambahan | 3 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 13.330 | 195000 | 2.7601 | |
| superplasticizer 0,4% | 1 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 13.050 | 220000 | 3.1139 | 2.7837 |
| + | 2 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 12.970 | 190000 | 2.6893 | |
| Retarder 0,2% | 3 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 12.870 | 180000 | 2.5478 | |

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

- **Perhitungan Kuat Tarik Lentur Beton :**

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

Dimana : P = Beban maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar balok (mm)

t = Tinggi balok (mm)

Kekuatan tarik maksimum secara teoritis atau modulus Rupture R dihitung dengan tumus balok terlentur dengan beban tiga muatan :

$$R = \frac{PL}{bt^2} \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

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

Tabel 5.10. Data hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton

| Perlakuan | No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | L (mm) | Berat (kg) | Tek. Hancur (N) | Teg. Hancur (Mpa) | Kuat Tarik Lentur Rata-rata (Mpa) |
|------------------------|----|--------------|--------------|-------------|------------------|---------|------------|-----------------|-------------------|-----------------------------------|
| Tanpa | 1 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Balok 15x15x60 | 580.000 | 31.365 | 21000 | 3.6089 | 3.6662 |
| Bahan | 2 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Balok 15x15x60 | 580.000 | 33.003 | 23000 | 3.9526 | |
| Tambahan | 3 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Balok 15x15x60 | 580.000 | 32.661 | 20000 | 3.4370 | |
| Superplasticizer 0,4 % | 1 | 7/12/2010 | 21/12/210 | 28 | Balok 15x15x60 | 580.000 | 34.850 | 28000 | 4.8119 | 4.5827 |
| + | 2 | 7/12/2010 | 21/12/210 | 28 | Balok 15x15x60 | 580.000 | 34.740 | 27000 | 4.6400 | |
| Retarder 0,2 % | 3 | 7/12/2010 | 21/12/210 | 28 | Balok 15x15x60 | 580.000 | 34.380 | 25000 | 4.2963 | |

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)**

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{\Delta L}{L} \\ &= \frac{1,255}{254} \\ &= 0,005\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{190000}{(3,14 \times 75^2)} \\ &= 10,757 \text{ MPa}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}E_c &= \frac{f_c}{\epsilon} \\ &= \frac{10,757}{0,005} \\ &= 2177,860 \text{ MPa}\end{aligned}$$

- **Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis**

$$\begin{aligned} E \text{ teoritis} &= 4700 \times \sqrt{f'c} \\ &= 4700 \times \sqrt{10,757} \\ &= 15415,179 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Dimana :

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

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

L = panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

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

P = Beban maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm^2)

E_c = Modulus Elastisitas (MPa)

E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (MPa)

0,4 = Faktor umur 3 hari

0,65 = Faktor umur 7 hari

0,88 = Faktor umur 14 hari

1 = Faktor umur 28 hari

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

Tabel 5.11. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan variasi umur 3 hari

| Perlakuan | No | Tanggal | Tanggal | Umur (hari) | Bentuk | Berat (kg) | P (N) | L (mm) | ΔL (mm) | ϵ | f _c (Mpa) | E _c (Mpa) | E teoritis (Mpa) | Rata - rata (Mpa) |
|--|----|------------|------------|----------------|----------------|---------------|------------|-----------|--------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| | | buat | test | | Benda uji | | | | | | | | | |
| Tanpa Bahan Tambahan | 1 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.200 | 190000.000 | 300.000 | 1.255 | 0.004 | 10.757 | 2572.275 | 15415.179 | 14994.0211 |
| | 2 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.050 | 195000.000 | 300.000 | 1.234 | 0.004 | 11.040 | 2683.602 | 15616.693 | |
| | 3 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.220 | 160000.000 | 300.000 | 1.285 | 0.004 | 9.059 | 2114.552 | 14145.938 | |
| Superplastisizer 0,4 % + Retarder 0,2% | 4 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.300 | 185000.000 | 300.000 | 1.244 | 0.004 | 10.474 | 2525.113 | 15210.995 | 17312.8085 |
| | 5 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.380 | 170000.000 | 300.000 | 1.204 | 0.004 | 9.625 | 2399.031 | 14581.300 | |
| | 6 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.200 | 250000.000 | 300.000 | 1.230 | 0.004 | 14.154 | 3453.645 | 17682.423 | |
| | 7 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.050 | 260000.000 | 300.000 | 1.210 | 0.004 | 14.720 | 3651.160 | 18032.604 | |
| | 8 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.220 | 210000.000 | 300.000 | 1.259 | 0.004 | 11.890 | 2831.989 | 16206.208 | |
| | 9 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.300 | 250000.000 | 300.000 | 1.220 | 0.004 | 14.154 | 3481.954 | 17682.423 | |
| | 10 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 15x30 | 13.380 | 230000.000 | 300.000 | 1.180 | 0.004 | 13.022 | 3311.987 | 16960.384 | |

Tabel 5.12. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan variasi umur 7 hari

| Perlakuan | No | Tanggal | Tanggal | Umur (hari) | Bentuk | Berat (kg) | P (N) | L (mm) | ΔL (mm) | ϵ | f _c (Mpa) | E _c (Mpa) | E teoritis (Mpa) | Rata - rata (Mpa) |
|--|----|------------|------------|----------------|----------------|---------------|------------|-----------|--------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| | | buat | test | | Benda uji | | | | | | | | | |
| Tanpa Bahan Tambahan | 1 | 3/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.200 | 275000.000 | 300.000 | 1.214 | 0.004 | 15.570 | 3848.173 | 18545.482 | 18826.5544 |
| | 2 | 3/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.050 | 285000.000 | 300.000 | 1.102 | 0.004 | 16.136 | 4394.303 | 18879.661 | |
| | 3 | 3/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.220 | 260000.000 | 300.000 | 1.102 | 0.004 | 14.720 | 4008.838 | 18032.604 | |
| Superplastisizer 0,4 % + Retarder 0,2% | 4 | 3/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.300 | 315000.000 | 300.000 | 1.142 | 0.004 | 17.834 | 4683.402 | 19848.471 | 21674.0447 |
| | 5 | 3/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.380 | 295000.000 | 300.000 | 1.091 | 0.004 | 16.702 | 4590.998 | 19208.028 | |
| | 6 | 15/12/2010 | 22/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.200 | 360000.000 | 300.000 | 1.190 | 0.004 | 20.382 | 5140.417 | 21218.908 | |
| | 7 | 15/12/2010 | 22/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.050 | 380000.000 | 300.000 | 1.080 | 0.004 | 21.515 | 5978.644 | 21800.355 | |
| | 8 | 15/12/2010 | 22/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.220 | 340000.000 | 300.000 | 1.080 | 0.004 | 19.250 | 5349.313 | 20621.072 | |
| | 9 | 15/12/2010 | 22/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.300 | 410000.000 | 300.000 | 1.120 | 0.004 | 23.213 | 6220.262 | 22644.550 | |
| | 10 | 15/12/2010 | 22/12/2010 | 7 | Silinder 15x30 | 13.380 | 390000.000 | 300.000 | 1.070 | 0.004 | 22.081 | 6193.322 | 22085.339 | |

Tabel 5.13. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan variasi umur 14 hari

| Perlakuan | No | Tanggal | Tanggal | Umur (hari) | Bentuk | Berat (kg) | P (N) | L (mm) | ΔL (mm) | ϵ | f _c (Mpa) | E _c (Mpa) | E teoritis (Mpa) | Rata - rata (Mpa) |
|--|----|-----------|------------|----------------|----------------|---------------|------------|-----------|--------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| | | buat | test | | Benda uji | | | | | | | | | |
| Tanpa Bahan Tambahan | 1 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.200 | 340000.000 | 300.000 | 1.112 | 0.004 | 19.250 | 5194.232 | 20621.072 | 21701.0211 |
| | 2 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.050 | 415000.000 | 300.000 | 1.153 | 0.004 | 23.496 | 6115.593 | 22782.208 | |
| | 3 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.220 | 395000.000 | 300.000 | 1.204 | 0.004 | 22.364 | 5574.219 | 22226.461 | |
| Superplastisizer 0,4 % + Retarder 0,2% | 4 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.300 | 360000.000 | 300.000 | 1.132 | 0.004 | 20.382 | 5400.680 | 21218.908 | 24079.6401 |
| | 5 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.380 | 375000.000 | 300.000 | 1.000 | 0.003 | 21.231 | 6371.976 | 21656.457 | |
| | 6 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.200 | 450000.000 | 300.000 | 1.090 | 0.004 | 25.478 | 7015.019 | 23723.460 | |
| | 7 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.050 | 420000.000 | 300.000 | 1.130 | 0.004 | 23.779 | 6315.586 | 22919.040 | |
| | 8 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.220 | 490000.000 | 300.000 | 1.180 | 0.004 | 27.742 | 7055.973 | 24755.392 | |
| | 9 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.300 | 470000.000 | 300.000 | 1.110 | 0.004 | 26.610 | 7194.783 | 24244.917 | |
| | 10 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 15x30 | 13.380 | 490000.000 | 300.000 | 0.980 | 0.003 | 27.742 | 8495.967 | 24755.392 | |

Tabel 5.14. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan variasi umur 28 hari

| Perlakuan | No | Tanggal | Tanggal | Umur (hari) | Bentuk | Berat (kg) | P (N) | L (mm) | ΔL (mm) | ϵ | f _c (Mpa) | E _c (Mpa) | E teoritis (Mpa) | Rata - rata (Mpa) |
|--|----|-----------|------------|----------------|----------------|---------------|------------|-----------|--------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| | | buat | test | | Benda uji | | | | | | | | | |
| Tanpa Bahan Tambahan | 1 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 13.200 | 445000.000 | 300.000 | 1.112 | 0.004 | 25.195 | 6798.333 | 23591.295 | 24051.2300 |
| | 2 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 13.050 | 485000.000 | 300.000 | 1.153 | 0.004 | 27.459 | 7147.139 | 24628.765 | |
| | 3 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 13.220 | 460000.000 | 300.000 | 1.204 | 0.004 | 26.044 | 6491.495 | 23985.605 | |
| Superplastisizer 0,4 % + Retarder 0,2% | 4 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 13.300 | 505000.000 | 300.000 | 1.132 | 0.004 | 28.592 | 7575.954 | 25131.445 | 26697.8180 |
| | 5 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 15x30 | 13.380 | 420000.000 | 300.000 | 1.000 | 0.003 | 23.779 | 7136.613 | 22919.040 | |
| | 6 | 6/11/2010 | 3/1/2011 | 28 | Silinder 15x30 | 13.200 | 580000.000 | 300.000 | 1.090 | 0.004 | 32.838 | 9041.580 | 26933.064 | |
| | 7 | 6/11/2010 | 3/1/2011 | 28 | Silinder 15x30 | 13.050 | 560000.000 | 300.000 | 1.130 | 0.004 | 31.706 | 8420.782 | 26464.627 | |
| | 8 | 6/11/2010 | 3/1/2011 | 28 | Silinder 15x30 | 13.220 | 590000.000 | 300.000 | 1.180 | 0.004 | 33.404 | 8495.967 | 27164.254 | 26697.8180 |
| | 9 | 6/11/2010 | 3/1/2011 | 28 | Silinder 15x30 | 13.300 | 570000.000 | 300.000 | 1.110 | 0.004 | 32.272 | 8725.588 | 26699.873 | |
| | 10 | 6/11/2010 | 3/1/2011 | 28 | Silinder 15x30 | 13.380 | 550000.000 | 300.000 | 0.980 | 0.003 | 31.139 | 9536.290 | 26227.272 | |

Tabel 5.11. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan variasi umur 3 hari

| No | Kategori | Tinggi (mm) | Luas Penampang (mm ²) | Jarak (mm) | Modulus Elastisitas (N/mm ²) | |
|----|----------|-------------|-----------------------------------|------------|--|-------|
| | | | | | Uraian | Hasil |
| 1 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 2 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 3 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 4 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 5 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 6 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 7 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 8 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 9 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |

Tabel 5.12. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan variasi umur 7 hari

| No | Kategori | Tinggi (mm) | Luas Penampang (mm ²) | Jarak (mm) | Modulus Elastisitas (N/mm ²) | |
|----|----------|-------------|-----------------------------------|------------|--|-------|
| | | | | | Uraian | Hasil |
| 1 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 2 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 3 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 4 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 5 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 6 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 7 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 8 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 9 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |

Tabel 5.13. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan variasi umur 14 hari

| No | Kategori | Tinggi (mm) | Luas Penampang (mm ²) | Jarak (mm) | Modulus Elastisitas (N/mm ²) | |
|----|----------|-------------|-----------------------------------|------------|--|-------|
| | | | | | Uraian | Hasil |
| 1 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 2 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 3 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 4 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 5 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 6 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 7 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 8 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 9 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |

Tabel 5.14. Data hasil pengujian Modulus Elastisitas Beton dengan variasi umur 28 hari

| No | Kategori | Tinggi (mm) | Luas Penampang (mm ²) | Jarak (mm) | Modulus Elastisitas (N/mm ²) | |
|----|----------|-------------|-----------------------------------|------------|--|-------|
| | | | | | Uraian | Hasil |
| 1 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 2 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 3 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 4 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 5 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 6 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 7 | Kontrol | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 8 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |
| 9 | | 100 | 1000 | 100 | 1000 | 1000 |

5.1.5 Hasil Pengujian Porositas Beton

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

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

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

$$\begin{aligned} &= \frac{W_{ssd} - W_a}{B_j \text{ Air}} \\ &= \frac{37253 - 3485}{1} \\ &= 240 \text{ ml} \end{aligned}$$

- **Perhitungan Porositas**

$$\begin{aligned} \text{Porositas} &= \frac{V_p}{V \text{ benda uji}} \times 100\% \\ &= \frac{240}{3,14 \times 5^2 \times 20} \times 100\% \\ &= 15,2866\% \end{aligned}$$

5.1.5 Hasil Pengujian Porositas Beton

Untuk pengujian Porositas beton ini dilakukan pada benda uji silinder 100 x 200 mm pada umur 28 hari. Terapat 3 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing-masing perlakuan berjumlah 3 benda uji. Metode untuk menguji Porositas beton ini didasarkan pada teori volume pori terbuka (Karadina [jarkodimulyo, 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 dari pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk kelakuan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

• Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

$$\frac{W_{asd} - W_a}{B_j A_j} = \frac{37273 - 3488}{1} = 340 \text{ ml}$$

• Perhitungan Porositas

$$\text{Porositas} = \frac{V_p}{V_{\text{benda uji}}} = \frac{340}{2117,5 \times 20} = 15,2860\%$$

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:

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

| Perlakuan | No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | W SSD (gr) | Wa (gr) | Porositas (%) | Rata-Rata % |
|------------------------|----|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|---------|---------------|-------------|
| Tanpa | 1 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3762.25 | 3519.85 | 15.4395 | 15.740 |
| Bahan | 2 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3734.98 | 3495.61 | 15.2465 | |
| Tambahan | 3 | 3/12/2010 | 6/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3792.55 | 3532.98 | 16.5331 | |
| Superplasticizer 0,4 % | 1 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3799.62 | 3624.89 | 11.1293 | 11.430 |
| + | 2 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3771.34 | 3599.64 | 10.9363 | |
| Retarder 0,2 % | 3 | 16/12/2010 | 19/12/2010 | 3 | Silinder 10x20 | 3829.92 | 3638.02 | 12.2229 | |

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

| Perlakuan | No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | W SSD (gr) | Wa (gr) | Porositas (%) | Rata-Rata % |
|------------------------|----|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|---------|---------------|-------------|
| Tanpa | 1 | 3/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3878.4 | 3707.71 | 10.8720 | 12.266 |
| Bahan | 2 | 3/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3774.37 | 3572.37 | 12.8662 | |
| Tambahan | 3 | 3/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3729.93 | 3524.9 | 13.0592 | |
| Superplasticizer 0,4 % | 1 | 15/12/2010 | 22/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3916.78 | 3818.81 | 6.2401 | 7.784 |
| + | 2 | 15/12/2010 | 22/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3811.74 | 3679.43 | 8.4274 | |
| Retarder 0,2 % | 3 | 15/12/2010 | 22/12/2010 | 7 | Silinder 10x20 | 3766.29 | 3629.94 | 8.6847 | |

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

| Perlakuan | No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | W SSD (gr) | Wa (gr) | Porositas (%) | Rata-Rata % |
|------------------------|----|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|---------|---------------|-------------|
| Tanpa | 1 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3939 | 3757.2 | 11.5796 | 12.223 |
| Bahan | 2 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3850.12 | 3661.25 | 12.0299 | |
| Tambahan | 3 | 2/12/2010 | 16/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3750.13 | 3545.1 | 13.0592 | |
| Superplasticizer 0,4 % | 1 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3978.39 | 3869.31 | 6.9478 | 7.720 |
| + | 2 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3888.5 | 3770.33 | 7.5268 | |
| Retarder 0,2 % | 3 | 7/12/2010 | 21/12/2010 | 14 | Silinder 10x20 | 3787.5 | 3651.15 | 8.6847 | |

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

| Perlakuan | No | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk Benda uji | W SSD (gr) | Wa (gr) | Porositas (%) | Rata-Rata % |
|------------------------|----|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|---------|---------------|-------------|
| Tanpa | 1 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3775,38 | 3593,58 | 11.5796 | 12.094 |
| Bahan | 2 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3841,02 | 3738,01 | 12.9306 | |
| Tambahan | 3 | 2/12/2010 | 30/12/2010 | 28 | Silinder 10x20 | 3888,5 | 3703,67 | 11.7726 | |
| Superplasticizer 0,4 % | 1 | 11/22/2010 | 3/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3812,75 | 3700,64 | 7.1408 | 7.527 |
| + | 2 | 11/22/2010 | 3/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3980,41 | 3850,12 | 8.2987 | |
| Retarder 0,2 % | 3 | 11/22/2010 | 3/1/2011 | 28 | Silinder 10x20 | 3926,88 | 3814,77 | 7.1408 | |

Tabel 5.15. Data hasil pengujian Fosforis Beton dengan variasi umur 3 hari

| Reaksi | No | Tanggal test | Tanggal hasil | Umur (hari) | Berat Bahan uji (kg) | H ₂ SO ₄ (%) | H ₂ O (%) | Fosforis (%) | Reaksi |
|------------------------|----|-----------------|------------------|----------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------|
| Tangan | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| Superplastisizer 0,4 % | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| Retarder 0,2 % | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 3 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |

Tabel 5.16. Data hasil pengujian Fosforis Beton dengan variasi umur 7 hari

| Reaksi | No | Tanggal test | Tanggal hasil | Umur (hari) | Berat Bahan uji (kg) | H ₂ SO ₄ (%) | H ₂ O (%) | Fosforis (%) | Reaksi |
|------------------------|----|-----------------|------------------|----------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------|
| Tangan | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| Superplastisizer 0,4 % | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| Retarder 0,2 % | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 7 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |

Tabel 5.17. Data hasil pengujian Fosforis Beton dengan variasi umur 14 hari

| Reaksi | No | Tanggal test | Tanggal hasil | Umur (hari) | Berat Bahan uji (kg) | H ₂ SO ₄ (%) | H ₂ O (%) | Fosforis (%) | Reaksi |
|------------------------|----|-----------------|------------------|----------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------|
| Tangan | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| Superplastisizer 0,4 % | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| Retarder 0,2 % | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 14 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |

Tabel 5.18. Data hasil pengujian Fosforis Beton dengan variasi umur 28 hari

| Reaksi | No | Tanggal test | Tanggal hasil | Umur (hari) | Berat Bahan uji (kg) | H ₂ SO ₄ (%) | H ₂ O (%) | Fosforis (%) | Reaksi |
|------------------------|----|-----------------|------------------|----------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------|
| Tangan | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| Superplastisizer 0,4 % | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| Retarder 0,2 % | 1 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 2 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |
| | 3 | 10/12/2010 | 10/12/2010 | 28 | 2000 | 100 | 100 | 0 | + |

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 | Kuat | Kuat | Kuat |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Tekan (Mpa) | Tekan (Mpa) | Tekan (Mpa) | Tekan (Mpa) |
| Variasi | 3 | 7 | 14 | 28 |
| 1 | 3.7096 | 9.9032 | 18.6538 | 23.8471 |
| 2 | 3.7096 | 9.4726 | 17.4879 | 22.5223 |
| 3 | 3.7096 | 9.9032 | 18.0708 | 23.1847 |
| 4 | 2.9146 | 8.1809 | 14.5732 | 18.5478 |
| 5 | 3.9745 | 10.3338 | 19.2367 | 23.8471 |
| 6 | 3.1796 | 7.7503 | 14.5732 | 18.5478 |
| 7 | 3.4446 | 9.0420 | 16.3220 | 21.1975 |
| 8 | 3.7096 | 9.9032 | 18.0708 | 23.1847 |
| 9 | 3.7096 | 10.3338 | 18.6538 | 23.8471 |
| 10 | 3.7096 | 9.9032 | 18.0708 | 23.1847 |
| 11 | 3.7096 | 9.4726 | 17.4879 | 22.5223 |
| 12 | 3.7096 | 10.3338 | 18.6538 | 23.8471 |
| 13 | 3.4446 | 9.0420 | 16.3220 | 21.1975 |
| 14 | 3.7096 | 9.9032 | 18.0708 | 23.1847 |
| 15 | 3.4446 | 9.4726 | 16.9050 | 21.8599 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{23,8471 + \dots + 21,8599}{15}$$

$$= 22,3015 \text{ MPa}$$
- $$s = \sqrt{\frac{((23,8471 - 21,8599)^2 + \dots + (23,8471 - 21,8599)^2)}{15 - 1}}$$

$$= 2,0468$$

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 (kg/cm ²) | Kuat Tekan (kg/cm ²) | Kuat Tekan (kg/cm ²) |
|----|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 3.7000 | 0.0032 | 18.0238 |
| 2 | 3.7000 | 0.4720 | 17.4870 |
| 3 | 3.7000 | 0.0032 | 18.0708 |
| 4 | 2.9140 | 8.1800 | 14.2722 |
| 5 | 3.9742 | 10.3328 | 10.3328 |
| 6 | 3.1700 | 7.7500 | 14.2722 |
| 7 | 3.4440 | 0.0420 | 18.3220 |
| 8 | 3.7000 | 0.0032 | 18.0708 |
| 9 | 3.7000 | 10.3328 | 18.0238 |
| 10 | 3.7000 | 0.0032 | 18.0708 |
| 11 | 3.7000 | 0.4720 | 17.4870 |
| 12 | 3.7000 | 10.3328 | 18.0238 |
| 13 | 3.4440 | 0.0420 | 18.3220 |
| 14 | 3.7000 | 0.0032 | 18.0708 |
| 15 | 3.4440 | 0.4720 | 18.0238 |

Sumber : data hasil pengujian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bar{x} &= \frac{\text{jumlah kuat tekan}}{n} \\
 &= \frac{53.8471 + \dots + 21.8200}{15} \\
 &= 35.9014 \text{ MPa} \\
 s &= \sqrt{\frac{((53.8471 - 35.9014)^2 + \dots + (21.8200 - 35.9014)^2)}{15 - 1}} \\
 &= 7.0402
 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

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

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

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

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

| Variasi | X | S | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|---------|---------|--------|--------|---------|-------------|----------------------|-----------|-------------|
| 3 hari | 3.5859 | 0.3044 | 0.975 | 14 | 2.145 | 3.41730244 | < μ < | 3.754502229 |
| 7 hari | 9.5300 | 0.8828 | 0.975 | 14 | 2.145 | 9.0411 | < μ < | 10.0189 |
| 14 hari | 17.4102 | 1.6537 | 0.975 | 14 | 2.145 | 16.4943 | < μ < | 18.3261 |
| 28 hari | 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 | 3.710 | 9.903 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 3.710 | 9.473 | 17.488 | 22.522 |
| 3 | 3.710 | 9.903 | 18.071 | 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 | 3.445 | 9.042 | 0.000 | 21.197 |
| 8 | 3.710 | 9.903 | 18.071 | 23.185 |
| 9 | 3.710 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 3.710 | 9.903 | 18.071 | 23.185 |
| 11 | 3.710 | 9.473 | 17.488 | 22.522 |
| 12 | 3.710 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 3.445 | 9.042 | 0.000 | 21.197 |
| 14 | 3.710 | 9.903 | 18.071 | 23.185 |
| 15 | 3.445 | 9.473 | 16.905 | 21.860 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.22. Data Pengujian Kuat Tekan
Dengan penambahan superplasticizerp 0,4 % + retarder 0,2 %

| NO | Kuat | Kuat | Kuat | Kuat |
|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Tekan (Mpa) | Tekan (Mpa) | Tekan (Mpa) | Tekan (Mpa) |
| Variasi | 3 | 7 | 14 | 28 |
| 1 | 12.5860 | 19.8726 | 27.1592 | 31.1338 |
| 2 | 11.9236 | 19.2102 | 25.8344 | 29.1465 |
| 3 | 11.9236 | 19.8726 | 26.4968 | 30.4713 |
| 4 | 12.5860 | 15.8981 | 23.1847 | 25.1720 |
| 5 | 9.9363 | 19.8726 | 27.1592 | 31.1338 |
| 6 | 10.5987 | 15.8981 | 23.8471 | 26.4968 |
| 7 | 11.2611 | 17.8854 | 26.4968 | 27.8217 |
| 8 | 9.2739 | 19.8726 | 27.1592 | 31.1338 |
| 9 | 11.9236 | 19.8726 | 23.8471 | 30.4713 |
| 10 | 11.9236 | 19.8726 | 26.4968 | 30.4713 |
| 11 | 11.9236 | 19.2102 | 25.8344 | 29.1465 |
| 12 | 12.5860 | 19.8726 | 27.1592 | 31.1338 |
| 13 | 11.2611 | 17.8854 | 24.5096 | 30.4713 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n}$
 $= \frac{31.1338 + \dots + 30.4713}{15}$
 $= 29.5881$
- $s = \sqrt{\frac{((31.1338 - 30.4713)^2 + \dots + (30.4713 - 31.338)^2)}{15 - 1}}$
 $= 2.1077$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 15 - 1 = 14$
- $t_{0,975} = 2,145$

Table 2.22. Data Pengujian Kuat Tekan Dengan pemadatan superplastisizer 0,4% + reduksi 0,2%

| No | Kuat Tekan (N/mm ²) | | |
|----|---------------------------------|---------|---------|
| | 3 | 7 | 14 |
| 1 | 12.2860 | 19.8726 | 27.1202 |
| 2 | 11.9236 | 19.2102 | 22.8244 |
| 3 | 11.9236 | 19.8726 | 29.4908 |
| 4 | 12.2860 | 12.8081 | 22.1847 |
| 5 | 9.9292 | 19.8726 | 27.1202 |
| 6 | 10.2087 | 12.8081 | 22.8471 |
| 7 | 11.2611 | 17.8824 | 29.4908 |
| 8 | 9.9292 | 19.8726 | 27.1202 |
| 9 | 11.9236 | 19.8726 | 22.8471 |
| 10 | 11.9236 | 19.8726 | 29.4908 |
| 11 | 11.9236 | 19.2102 | 22.8244 |
| 12 | 12.2860 | 19.8726 | 27.1202 |
| 13 | 11.2611 | 17.8824 | 27.2090 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \bar{X} &= \frac{\text{jumlah Kuat Tekan}}{n} \\
 &= \frac{31.1238 + \dots + 30.4713}{13} \\
 &= 29.2881 \\
 \bullet \quad s &= \sqrt{\frac{((31.1238 - 29.2881)^2) + \dots + ((30.4713 - 29.2881)^2)}{13 - 1}} \\
 &= 2.1027 \\
 \bullet \quad P &= N(1 - 0,95) = 0,05 \\
 \bullet \quad q_k &= u - 1 = 1,28 - 1 = 1,28 \\
 \bullet \quad t_{0,95} &= 2.145
 \end{aligned}$$

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= - \left(2,145 x \frac{7.7290}{\sqrt{15}} \right) < \mu < + \left(2,145 x \frac{7.7290}{\sqrt{15}} \right) \\
 &= < \mu <
 \end{aligned}$$

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 Tabel 5.23. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Tekan Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| Variasi | X | S | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|---|---------|--------|-------|----|-------------|----------------------|-----------|---------|
| Superplasticizer 0,4% + retarder 0,2 % | 4.6104 | 0.4469 | 0.975 | 14 | 2.145 | 4.3629 | < μ < | 4.8580 |
| Superplasticizer 0,4% + retarder 0,2 % | 12.2857 | 0.4469 | 0.975 | 14 | 2.145 | 11.6955 | < μ < | 12.8759 |
| Superplasticizer 0,4% + retarder 0,2 % | 22.6954 | 1.0657 | 0.975 | 14 | 2.145 | 21.9270 | < μ < | 23.4638 |
| Superplasticizer 0,4% + retarder 0,2 % | 29.5881 | 2.1077 | 0.975 | 14 | 2.145 | 28.4208 | < μ < | 30.7554 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

- Dimana : Z = Nilai rata-rata
- s = standar deviasi
- P = Persenili
- $z_{0,975}$ = Nilai t pada persenli 0,975

Nilai interval kepercayaannya adalah :

$$= \bar{x} - z_{\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < \bar{x} + z_{\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{s}{\sqrt{n}} \right)$$

$$= \left(51,427 - \frac{7,7390}{\sqrt{13}} \right) < \mu < \left(51,427 + \frac{7,7390}{\sqrt{13}} \right)$$

$$= 47,8280 < \mu < 55,0259$$

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 2.23. Interval Kepercayaan Saat Tekan Dengan Bahan

Tambahan Subplastisizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| Analisa | Z | s | P | $z_{0,975}$ | Interval Kepercayaan |
|-------------------------------------|---------|--------|-------|-------------|---------------------------|
| Subplastisizer 0,4% + Retarder 0,2% | 1,6104 | 0,4466 | 0,975 | 14 | 47,8280 < μ < 55,0259 |
| Subplastisizer 0,4% + Retarder 0,2% | 1,52827 | 0,4466 | 0,978 | 14 | 47,8259 < μ < 55,0280 |
| Subplastisizer 0,4% + Retarder 0,2% | 1,6924 | 1,0927 | 0,975 | 14 | 50,7524 < μ < 59,1027 |
| Subplastisizer 0,4% + Retarder 0,2% | 1,1027 | 0,7027 | 0,975 | 14 | 50,7524 < μ < 59,1027 |

Sumber : Data hasil Perhitungan

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data pada variasi dengan bahan tambahan superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2% yang tidak memenuhi syarat pada waktu umur 3 hari berjumlah 9 buah, pada umur 7 hari 3 buah, pada umur 14 hari 7 buah, pada umur 28 hari 8 buah, Setelah disortir, maka datanya seperti pada 104able berikut.

**Tabel 5.24. Data Pengujian Kuat Tekan
Dengan penambahan superplasticizerp 0,4 % + 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 | 3.710 | 9.903 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 3.710 | 9.473 | 17.488 | 22.522 |
| 3 | 3.710 | 9.903 | 18.071 | 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 | 3.445 | 9.042 | 0.000 | 21.197 |
| 8 | 3.710 | 9.903 | 18.071 | 23.185 |
| 9 | 3.710 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 3.710 | 9.903 | 18.071 | 23.185 |
| 11 | 3.710 | 9.473 | 17.488 | 22.522 |
| 12 | 3.710 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 13 | 3.445 | 9.042 | 0.000 | 21.197 |
| 14 | 3.710 | 9.903 | 18.071 | 23.185 |
| 15 | 3.445 | 9.473 | 16.905 | 21.860 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah :

Tabel 5.25. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan tambahan

| NO | Kuat Tarik Belah (Mpa) |
|---------|------------------------|
| Variasi | 0 |
| 1 | 2.5478 |
| 2 | 2.4062 |
| 3 | 2.7601 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$
 $= \frac{2.5478 + 2.4062 + 2.7601}{3}$
 $= 2.57 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2.5478 - 2.57)^2 + (2.4062 - 2.57)^2 + (2.7601 - 2.57)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0.207$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

5.2.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuantitatif Belah

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuantitatif belah :

Tabel 5.2.2. Data Pengujian Kuantitatif Belah Tanpa Bahan Tambahan

| NO | Kuantitatif Belah (MPa) |
|----------|-------------------------|
| Variansi | 0 |
| 1 | 2.2478 |
| 2 | 2.4062 |
| 3 | 2.7601 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Data data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $\bar{X} = \frac{\text{jumlah kuantitatif belah}}{n}$
 $= \frac{2.2478 + 2.4062 + 2.7601}{3}$
 $= 2.27 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2.2478 - 2.27)^2 + (2.4062 - 2.27)^2 + (2.7601 - 2.27)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0.207$
- $P = N(1 + 0.92) = 0.92$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0.92} = 1.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata
 s = standar deviasi
 P = persentil
 dk = nilai t pada persentil 0.92

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

| Variasi | X | S | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|---------------------------------------|--------|--------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|--------|
| TANPA penambahan | 2.5714 | 0.2066 | 0.975 | 2 | 4.303 | 2.0581 | < μ < | 3.0846 |
| Superplasticizer 0,4%+Retarder0,2% | 3.0196 | 0.0948 | 0.975 | 2 | 4.303 | 2.7841 | < μ < | 3.2551 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Maka datanya seperti pada tabel berikut :

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

| NO | Kuat Tarik Belah (Mpa) |
|---------|------------------------|
| Variasi | 0 |
| 1 | 2.5478 |
| 2 | 2.4062 |
| 3 | 2.7601 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.28. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan Superplasticizer 0,4 % dan Retarder 0,2 %

| NO | Kuat Tarik Belah (Mpa) |
|---------|---------------------------------------|
| Variasi | superplasticizer 0,4% + retarder 0,2% |
| 1 | 2.8309 |
| 2 | 2.8309 |
| 3 | 2.7601 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n}$
 $= \frac{2.8309 + 2.8309 + 2.7601}{3}$
 $= 2,81\text{MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((2,8309 - 2,81)^2 + (2,8309 - 2,81)^2 + (2,7601 - 2,81)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0.047$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

Tabel 5.27. Data Pengujian Pada Kuat Tarik Belah Tanpa Bahan Tambahan

Series: Data Hasil Pengujian Interval Kepercayaan

| NO | Kuat Tarik Belah (Mpa) |
|----|------------------------|
| 1 | 2.2472 |
| 2 | 2.4022 |
| 3 | 2.7001 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Tabel 5.28. Data Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Bahan Tambahan

Superplastisizer 0,4 % dan Retarder 0,2 %

| NO | Kuat Tarik Belah (Mpa) |
|----|------------------------|
| 1 | 2.8300 |
| 2 | 2.8300 |
| 3 | 2.7001 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bar{x} &= \frac{\text{jumlah Kuat Tarik Belah}}{n} \\
 &= \frac{2.8300 + 2.8300 + 2.7001}{3} \\
 &= 2.8197 \\
 s &= \sqrt{\frac{((2.8300 - 2.81)^2 + (2.8300 - 2.81)^2 + (2.7001 - 2.81)^2)}{3 - 1}} \\
 &= 0.047 \\
 p &= 1 - (1 - 0.95) = 0.025 \\
 dk &= n - 1 = 3 - 1 = 2
 \end{aligned}$$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 2,81 - \left(4.303 x \frac{0.047}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 2,81 + \left(4.303 x \frac{0.047}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2,690 < \mu < 2,925
 \end{aligned}$$

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 0,4%+Retarder 0,2%

| Variasi | X | S | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|------------------------------------|------|-------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|-------|
| Superplasticizer 0,4%+Retarder0,2% | 2.81 | 0.047 | 0.975 | 2 | 4.303 | 2.690 | < μ < | 2.925 |

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 Tambahan

Superplasticizer 0,4%+Retarder 0,2%

Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

| NO | Kuat Tarik Belah (Mpa) |
|---------|---------------------------------------|
| Variasi | superplasticizer 0,4% + retarder 0,2% |
| 1 | 2.8309 |
| 2 | 2.8309 |
| 3 | 2.7601 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.3. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

Ini adalah contoh pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik lentur :

Tabel 5.31. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Tanpa Bahan Tambahan

| NO | Kuat Tarik Lentur (Mpa) |
|---------|----------------------------|
| Variasi | 0 |
| 1 | 3.6089 |
| 2 | 3.9526 |
| 3 | 3.4370 |

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n} \\ &= \frac{3.6089 + 3.9526 + 3.4370}{3} \\ &= 3.6662 \text{MPa} \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{((3.6089 - 3.6662)^2 + (3.9526 - 3.6662)^2 + (3.4370 - 3.6662)^2)}{3 - 1}} \\ &= 0.3045 \end{aligned}$$
- $$P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$$
- $$dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$$
- $$t_{0,975} = 4.303$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 3.6662 - \left(4.303 x \frac{0.3045}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 3.6662 + \left(4.303 x \frac{0.3045}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 2.9097 < \mu < 4.4227
 \end{aligned}$$

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 penambahan | 3.6662 | 0.3045 | 0.975 | 2 | 4.303 | 2.9097 | < μ < | 4.4227 |

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 :

Maka interval kepercayaan adalah :

$$= \bar{x} - \left(\frac{z}{\sqrt{n}} \right) \sigma < \mu < \bar{x} + \left(\frac{z}{\sqrt{n}} \right) \sigma$$

$$= 2.0002 - \left(\frac{4.303}{\sqrt{3}} \right) (0.3042) < \mu < 2.0002 + \left(\frac{4.303}{\sqrt{3}} \right) (0.3042)$$

$$= 2.0007 < \mu < 4.4227$$

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 5.31 Interval Kepercayaan Kualitatif Lembar Kerja Bahan

Tambahan

| Variasi | Z | S | p | q | LR | Interval Kepercayaan |
|----------|--------|--------|-------|---|-------|-------------------------|
| TAMBAHAN | 3.0002 | 0.3042 | 0.075 | 3 | 4.303 | 2.0007 < μ < 4.4227 |

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 dataanya 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 | 3,347 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.34. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Dengan Penambahan
Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2%**

| NO | superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% kuat tarik lentur |
|---------|--|
| Variasi | 28 |
| 1 | 4.8119 |
| 2 | 4.6400 |
| 3 | 4.2963 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n}$
 $= \frac{4.8119 + 4.6400 + 4.2963}{3}$
 $= 4.58272 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((4.8119 - 4.5827)^2 + (4.6400 - 4.5827)^2 + (4.2963 - 4.5827)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0.3045$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 4.5827 - \left(4.303 x \frac{0.3045}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 4.5827 + \left(4.303 x \frac{0.3045}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 3.826 < \mu < 5.3392
 \end{aligned}$$

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 Penambahan Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2%

| Variasi | X | S | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|---|---------|---------|-------|----|-------------|----------------------|--------------|------------|
| Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% | 4.58272 | 0.30451 | 0.975 | 2 | 4.303 | 3.826 2 | < μ < | 5.339 2 |

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 Tambahan superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

| NO | superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% kuat tarik lentur |
|---------|--|
| Variasi | 28 |
| 1 | 4.8119 |
| 2 | 4.6400 |
| 3 | 4.2963 |

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 | 257227.5005 | 384817.3464 | 519423.1806 | 679833.2804 |
| 2 | 268360.2261 | 439430.3133 | 471563.7829 | 633663.8332 |
| 3 | 211455.1884 | 400883.7946 | 522141.9958 | 635037.5625 |
| 4 | 252511.2931 | 468340.2023 | 540067.9811 | 652582.1438 |
| 5 | 239903.0792 | 459099.8453 | 637197.5542 | 713661.2607 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n}$
 $= \frac{257227.5005 + \dots + 239903.0792}{5}$
 $= 237037.135 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((237037.135 - 237037.135)^2 + \dots + (239903.0792 - 237037.135)^2)}{5 - 1}}$
 $= 20159,8776$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 2.78$

Dimana :

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 237037.135 - \left(2.78 x \frac{20159,8776}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 237037.135 - \\
 &\quad \left(2.78 x \frac{20159,8776}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 212009.3538 < \mu < 262064.9162
 \end{aligned}$$

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

Tampa Penambahan

| Variasi | X | S | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|---------|-------------|-------------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|-------------|
| 3 | 245891.4574 | 25274.2343 | 0.975 | 4 | 2.78 | 214514.3816 | < μ < | 277268.5333 |
| 7 | 430514.3004 | 42199.1594 | 0.975 | 4 | 2.78 | 214514.3816 | < μ < | 482903.0774 |
| 14 | 538078.8989 | 538078.8989 | 0.975 | 4 | 2.78 | 450319.2124 | < μ < | 625838.5854 |
| 28 | 662955.6161 | 662955.6161 | 0.975 | 4 | 2.78 | 614114.4125 | < μ < | 711796.8197 |

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 Tanpa Penambahan Setelah

Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

| NO | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) |
|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Variasi | 3 | 7 | 14 | 28 |
| 1 | 257227.5005 | 384817.3464 | 519423.1806 | 679833.2804 |
| 2 | 268360.2261 | 439430.3133 | 471563.7829 | 633663.8332 |
| 3 | 211455.1884 | 400883.7946 | 522141.9958 | 635037.5625 |
| 4 | 252511.2931 | 468340.2023 | 540067.9811 | 652582.1438 |
| 5 | 239903.0792 | 459099.8453 | 637197.5542 | 713661.2607 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.40. Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Penambahan

Superplastezizer 0,3% dan Retarder 0,2%

| NO | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) |
|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Variasi | 3 | 7 | 14 | 28 |
| 1 | 345364.5280 | 514041.7244 | 701501.8945 | 904157.9974 |
| 2 | 365115.9539 | 597864.3718 | 631558.6378 | 842078.1837 |
| 3 | 283198.9130 | 534931.2801 | 705597.2916 | 849596.7389 |
| 4 | 348195.3848 | 622026.1838 | 719478.3194 | 872558.8129 |
| 5 | 331198.7287 | 619332.2022 | 849596.7389 | 953628.9927 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad X &= \frac{\text{Modulus Elastisitas}}{n} \\
 &= \frac{345364.5280 + \dots + 331198.7287}{5} \\
 &= 283307.1141 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 2.39. Data Pengujian Pada Modulus Tanpa Penambahan Setais

Melakukan Pengujian Interval Kepercayaan

| NO | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) |
|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 25257.5002 | 384817.3404 | 219423.1800 | 679833.2804 |
| 2 | 26860.2201 | 430430.2122 | 471263.2820 | 633603.8322 |
| 3 | 21422.1884 | 400883.2040 | 22141.9028 | 632037.2022 |
| 4 | 22211.2231 | 468240.2023 | 240067.9811 | 622282.1438 |
| 5 | 22003.0202 | 429009.8423 | 637197.2242 | 212661.2607 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Tabel 2.40. Data Pengujian Modulus Elastisitas Dengan Penambahan Superplastisizer 0,2% dan Retarder 0,2%

| NO | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) | Modulus Elastisitas (Mpa) |
|----|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | 342364.2280 | 214041.2244 | 201201.8042 | 604127.9074 |
| 2 | 36212.0230 | 207864.2718 | 631228.6378 | 842078.1837 |
| 3 | 283198.6130 | 224931.2801 | 202207.2010 | 842006.2380 |
| 4 | 348192.2818 | 622026.1838 | 210478.2104 | 822228.8120 |
| 5 | 31198.2287 | 619327.2022 | 842006.2380 | 622002.9027 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\bar{x} = \frac{\text{Modulus elastisitas}}{n}$$

$$= \frac{342364.2280 + \dots + 31198.2287}{5}$$

$$= 283307.1141 \text{ MPa}$$

- $s = \sqrt{\frac{((345364.528 - 283307.114)^2 + \dots + (331198.728 - 283307.114)^2)}{5-1}}$
= 30610.3259
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$
- $dk = n - 1 = 5 - 1 = 4$
- $t_{0,975} = 2.78$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 283307.1141 - \left(2.78 x \frac{30610.3529}{\sqrt{5}} \right) < \mu < 283307.1141 + \\
 &\quad \left(2.78 x \frac{30610.3529}{\sqrt{5}} \right) \\
 &= 234754.0248 < \mu < 804422.2937
 \end{aligned}$$

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 Penambahan Superplastezizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| Variasi | X | S | P | d k | t _{0,97} S | Interval Kepercayaan | | |
|---------|-------------|------------|-----------|--------|------------------------|----------------------|-----|-------------|
| | | | | | | < μ | < μ | < μ |
| 3 | 334614.7017 | 36153.9282 | 0.97 5 | 4 | 2.78 | 289730.8673 | < μ | 277268.5333 |
| 7 | 577639.1525 | 57959.8898 | 0.97 5 | 4 | 2.78 | 577639.1525 | < μ | 505683.9813 |
| 14 | 721546.5765 | 91990.1208 | 0.97 5 | 4 | 2.78 | 607344.0666 | < μ | 835749.0863 |
| 28 | 884404.1451 | 52922.0956 | 0.97 5 | 4 | 2.78 | 818703.2189 | < μ | 950105.0714 |

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 5.42. Data Pengujian Pada Modulus Elastisitas Dengan Bahan Tambahan Superplastezizer 0,4% 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 | 345364.528 | 514041.724 | 701501.895 | 904157.997 |
| 2 | 365115.954 | 597864.372 | 631558.638 | 842078.184 |
| 3 | 0.000 | 534931.280 | 705597.292 | 849596.739 |
| 4 | 348195.385 | 622026.184 | 719478.319 | 872558.813 |
| 5 | 331198.729 | 619332.202 | 0.000 | 0.000 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.2. Pengujian Interval Kepercayaan Forositas

Contoh pengujian interval kepercayaan untuk Forositas:

Tabel 5.43. Data Pengujian Forositas Tanpa Penambahan

| NO | Forositas | Forositas | Forositas | Forositas |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 12.4302 | 10.8720 | 11.2700 | 11.2700 |
| 2 | 12.2402 | 12.8002 | 12.0200 | 12.9300 |
| 3 | 10.2331 | 12.0202 | 12.0202 | 11.2720 |

Sumber: Data Asli Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai:

- $\bar{X} = \frac{\sum \text{Forositas}}{n}$
 $= \frac{12.4302 + 12.2402 + 10.2331}{3}$
 $= 12.74 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((12.4302 - 12.74)^2) + ((12.2402 - 12.74)^2) + ((10.2331 - 12.74)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0.802$
- $p = Z(1 - 0.02) = 0.975$
- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$
- $t_{0.975} = 4.303$

Dimensi : Z = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi

p = Persen

$t_{0.975}$ = nilai t pada persenti 0.975

Maka interval kepercayaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 &= x - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < x + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 15.5839 - \left(4.303 x \frac{0.7969}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 15.5839 + \left(4.303 x \frac{0.7969}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 14.4995 < \mu < 16.6682
 \end{aligned}$$

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 Penambahan

| Variasi | X | s | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|---------|-------|-------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|--------|
| 3 | 15.74 | 0.805 | 0.975 | 2 | 4.303 | 14.644 | < μ < | 16.835 |
| 7 | 12.27 | 1.405 | 0.975 | 2 | 4.303 | 10.354 | < μ < | 14.177 |
| 14 | 12.22 | 0.880 | 0.975 | 2 | 4.303 | 11.026 | < μ < | 13.420 |
| 28 | 12.09 | 0.848 | 0.975 | 2 | 4.303 | 10.941 | < μ < | 13.248 |

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 Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

| NO | Porositas | Porositas | Porositas | Porositas |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Variasi | 3 | 7 | 14 | 28 |
| 1 | 15.439 | 10.872 | 11.580 | 11.580 |
| 2 | 15.246 | 12.866 | 12.030 | 12.931 |
| 3 | 16.533 | 13.059 | 13.059 | 11.773 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.46. Data Pengujian Porositas Elastisitas Dengan Penambahan Superplastezizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| NO | Porositas | Porositas | Porositas | Porositas |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Variasi | 3 | 7 | 14 | 28 |
| 1 | 11.1293 | 11.1293 | 6.9478 | 7.1408 |
| 2 | 10.9363 | 10.9363 | 7.5268 | 8.2987 |
| 3 | 12.2229 | 12.2229 | 8.6847 | 7.1408 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

- $X = \frac{\text{Porositas}}{n}$
 $= \frac{11.1293 + 10.9363 + 12.2229}{3}$
 $= 11.43 \text{ MPa}$
- $s = \sqrt{\frac{((11.1293 - 11.43)^2 + (10.9363 - 11.43)^2 + (12.2229 - 11.43)^2)}{3 - 1}}$
 $= 0.805$
- $P = \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975$

Tabel 2.45. Data Pengujian Pada Porositas Tanpa Pemanjatan Setelah

Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

| NO | Porositas | Porositas | Porositas | Porositas | Variasi |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 1 | 12.439 | 10.875 | 11.280 | 11.280 | 28 |
| 2 | 12.246 | 12.866 | 12.030 | 12.931 | |
| 3 | 10.233 | 13.059 | 13.059 | 11.753 | |

Sumber : Data hasil penelitian

Tabel 2.46. Data Pengujian Porositas Elastisitas Dengan Pemanjatan Superplasticizer 0.4% dan Reducer 0.2%

| NO | Porositas | Porositas | Porositas | Porositas | Variasi |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 1 | 11.1293 | 11.1293 | 6.9478 | 7.1408 | 28 |
| 2 | 10.9363 | 10.9363 | 7.2268 | 8.2987 | |
| 3 | 12.2229 | 12.2229 | 8.0817 | 7.1408 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 \bar{x} &= \frac{\sum \text{Porositas}}{n} \\
 &= \frac{11.1293 + 10.9363 + 12.2229}{3} \\
 &= 11.42719 \\
 s &= \sqrt{\frac{(11.1293 - 11.42719)^2 + (10.9363 - 11.42719)^2 + (12.2229 - 11.42719)^2}{3-1}} \\
 &= 0.802 \\
 p &= 28(1 - 0.05) = 0.972
 \end{aligned}$$

- $dk = n - 1 = 3 - 1 = 2$

- $t_{0,975} = 4.303$

Dimana : $X =$ Nilai rata-rata

$s =$ Standar deviasi

$P =$ Persentil

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

Maka interval kepercayaannya adalah :

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

$$= 11.43 - \left(4.303 x \frac{0.805}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11.43 + \left(4.303 x \frac{0.805}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 12.525 < \mu < 8.582$$

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 Elastisitas Dengan Penambahan Superplastezizer 0,4% dan Retarder 0,2%

| Variasi | X | s | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|---------|-------|-------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|--------|
| 3 | 11.43 | 0.805 | 0.975 | 2 | 4.303 | 10.334 | < μ < | 12.525 |
| 7 | 7.784 | 1.558 | 0.975 | 2 | 4.303 | 5.6638 | < μ < | 9.9044 |
| 14 | 7.72 | 1.026 | 0.975 | 2 | 4.303 | 6.324 | < μ < | 9.116 |
| 28 | 7.53 | 0.776 | 0.975 | 2 | 4.303 | 6.471 | < μ < | 8.582 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Jadi, sesuai dengan range interval kepercayaan untuk di atas, maka data datanya seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.48. Data Pengujian Porositas Elastisitas Dengan Penambahan Superplastezizer 0,4% dan Retarder 0,2% Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan

| NO | Porositas | Porositas | Porositas | Porositas |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Variasi | 3 | 7 | 14 | 28 |
| 1 | 11.129 | 11.129 | 6.948 | 7.141 |
| 2 | 10.936 | 10.936 | 7.527 | 8.299 |
| 3 | 12.223 | 12.223 | 8.685 | 7.141 |

Sumber : *Data Hasil Penelitian*

5.3. Pengujian Hipotesis

5.3.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari

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

Tabel 5.49. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 3 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 9.27 | 86.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 2 | 9.27 | 86.00 | 11.92 | 142.17 | |
| 3 | 9.27 | 86.00 | 11.92 | 142.17 | |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 7 | 8.61 | 74.16 | 11.26 | 126.81 | |
| 8 | 9.27 | 86.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 9 | 9.27 | 86.00 | 11.92 | 142.17 | |
| 10 | 9.27 | 86.00 | 11.92 | 142.17 | |
| 11 | 9.27 | 86.00 | 11.92 | 142.17 | |
| 12 | 9.27 | 86.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 13 | 8.61 | 74.16 | 11.26 | 126.81 | |
| 14 | 9.27 | 86.00 | 11.92 | 142.17 | |
| 15 | 8.61 | 74.16 | 11.26 | 126.81 | |
| Σ Y | 109.30 | | 105.32 | | 215 |
| Σ Y² | 996.52 | | 1233.47 | | 2230 |
| n | 12.00 | | 9.00 | | 21 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3. Pengujian Hipotesis

5.3.1. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari

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

Tabel 5.49. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari Setelah dilakukan Interval Keperataan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplastisizer 0,4% + Retarder 0,2% | | Jumlah |
|------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 8,27 | 68,39 | 0,00 | 0,00 | |
| 2 | 8,27 | 68,39 | 11,92 | 142,17 | |
| 3 | 8,27 | 68,39 | 11,92 | 142,17 | |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| 7 | 8,61 | 74,16 | 11,26 | 126,81 | |
| 8 | 8,27 | 68,39 | 0,00 | 0,00 | |
| 9 | 8,27 | 68,39 | 11,92 | 142,17 | |
| 10 | 8,27 | 68,39 | 11,92 | 142,17 | |
| 11 | 8,27 | 68,39 | 11,92 | 142,17 | |
| 12 | 8,27 | 68,39 | 0,00 | 0,00 | |
| 13 | 8,61 | 74,16 | 11,26 | 126,81 | |
| 14 | 8,27 | 68,39 | 11,92 | 142,17 | |
| 15 | 8,61 | 74,16 | 11,26 | 126,81 | |
| Σ Y | 100,20 | | 102,32 | | 512 |
| Σ Y ² | 606,22 | | 1333,17 | | 5330 |
| n | 15,00 | | 0,00 | | 51 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 996.52 + 1233.47 \\ &= 2230\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{215^2}{21} \\ &= 350,960\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{109.30^2}{12} + \frac{105.32^2}{9} \right) - 350,960 \\ &= 5,5389\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\ &= 350,960 - 350,960 - 5,5389 \\ &= 0,2984\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.50. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|---------|----------|----------|
| Rata-rata | 1 | 2230 | 2193.502 | 352.6975 |
| Antar perlakuan | 1 | 34.6182 | 34.6182 | |
| Dalam Perlakuan | 19 | 1.8649 | 0.0982 | |
| Jumlah | 21 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{34,6182}{0,0982} = 352,6975$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 49) = 2,811544$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 352,6975 > F_{\text{tabel}} = 4.38075$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.2. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Variasi Umur 7 Hari

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

Tabel 5.51. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 7 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 15.24 | 232.13 | 0.00 | 0.00 | |
| 2 | 14.57 | 212.38 | 19.21 | 369.03 | |
| 3 | 15.24 | 232.13 | 0.00 | 0.00 | |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 7 | 13.91 | 193.51 | 0.00 | 0.00 | |
| 8 | 15.24 | 232.13 | 0.00 | 0.00 | |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 10 | 15.24 | 232.13 | 0.00 | 0.00 | |
| 11 | 14.57 | 212.38 | 19.21 | 369.03 | |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 13 | 13.91 | 193.51 | 0.00 | 0.00 | |
| 14 | 15.24 | 232.13 | 0.00 | 0.00 | |
| 15 | 14.57 | 212.38 | 18.55 | 344.02 | |
| S Y | 147.72 | | 56.97 | | 205 |
| S Y² | 2184.79 | | 1082.08 | | 3267 |
| n | 10.00 | | 3.00 | | 13 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

2.3.2. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton / Uji t (Guru 7 Hari)

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab II, maka dilakukan

uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat

mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan.

Tabel 2.21. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi
Guru 7 Hari Setelah dilakukan Interval Kebersamaan

| No | Tanda Beton | | Superplastisizer 0,4% + Karetbeton 0,2% | |
|-----|-------------|--------|---|--------|
| | Y | Z | Y | Z |
| 1 | 12,24 | 23,213 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 14,27 | 21,238 | 19,21 | 399,03 |
| 3 | 12,24 | 23,213 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 13,91 | 19,221 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | 12,24 | 23,213 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 12,24 | 23,213 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 14,27 | 21,238 | 19,21 | 399,03 |
| 12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 13 | 13,91 | 19,221 | 0,00 | 0,00 |
| 14 | 12,24 | 23,213 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 14,27 | 21,238 | 18,22 | 244,02 |
| Σ Y | 147,72 | | 20,22 | 207,03 |
| Σ Z | 218,70 | | 1982,08 | |
| n | 10,00 | | 2,00 | 13 |

Sumber: Hasil Pengujian

5.52. Analisa Varian untuk kuat tekan

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|---------|----------|----------|
| Rata-rata | 1 | 3,267 | 3222.857 | 152.0618 |
| Antar perlakuan | 1 | 41.0459 | 41.0459 | |
| Dalam Perlakuan | 10 | 2.9692 | 0.2699 | |
| Jumlah | 12 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{41.0459}{0.2699} = 152.0618$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 50) = 2,806845$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 152.0618 > F_{\text{tabel}} = 4.964603$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

3.23. Analisis Varians untuk kuat tekan

| Salah satu | JK | JK | JK |
|------------|----|---------|---------|
| Salah satu | 1 | 3.967 | 3.967 |
| Salah satu | 1 | 41.0429 | 41.0429 |
| Salah satu | 10 | 2.990 | 0.2990 |
| Jumlah | 12 | | |

Sumber : Data hasil pengujian

Nilai F dapat dicari dengan rumus : $F = \frac{KT \text{ (salah satu)}}{KT \text{ (kelompok)}}$

$$F_{hitung} = \frac{41.0429}{0.2990} = 137.2839$$

Dalam tabel F pada buku Metode Statistika (2002) didapat nilai F_{tabel} (0,05 : 3 : 30) = 2,8068-12. Jadi nilai $F_{hitung} = 137.2839 > F_{tabel} = 2,8068$. Dengan demikian H_0 ditolak yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.3. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Variasi Umur 14 Hari

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

Tabel 5.53. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 14 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 2 | 19.87 | 394.92 | 25.83 | 667.42 | |
| 3 | 20.54 | 421.69 | 26.50 | 702.08 | |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 26.50 | 702.08 | |
| 8 | 20.54 | 421.69 | 0.00 | 0.00 | |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 10 | 20.54 | 421.69 | 26.50 | 702.08 | |
| 11 | 19.87 | 394.92 | 25.83 | 667.42 | |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 14 | 20.54 | 421.69 | 26.50 | 702.08 | |
| 15 | 19.21 | 369.03 | 25.17 | 633.63 | |
| S Y | 141.10 | | 182.83 | | 324 |
| S Y² | 2845.62 | | 4776.79 | | 7622 |
| n | 7.00 | | 7.00 | | 14 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3.3. Pengujian Hipotesis Nilai Kekuatan Beton Dengan Variasi

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab 11 maka dilakukan uji Analisa Varian Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifit mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan

Tabel 5.23. Data Hasil Pengujian Nilai Kekuatan Beton Dengan Variasi
Guru 14 Hari Setelah dilakukan Interval Keperawatan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplastiser 0,4% + Retarder 0,2% | |
|--------------|----------------------|--------|-------------------------------------|--------|
| | \bar{y} | s^2 | \bar{y} | s^2 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 19.87 | 394.02 | 22.83 | 667.42 |
| 3 | 20.24 | 421.69 | 26.20 | 702.08 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 26.20 | 702.08 |
| 8 | 20.24 | 421.69 | 0.00 | 0.00 |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 20.24 | 421.69 | 26.20 | 702.08 |
| 11 | 19.87 | 394.02 | 22.83 | 667.42 |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 20.24 | 421.69 | 26.20 | 702.08 |
| 15 | 19.21 | 369.03 | 22.17 | 623.03 |
| ΣY | 141.10 | | 182.83 | 324 |
| ΣY^2 | 2842.02 | | 7276.29 | 2622 |
| n | 7.00 | | 7.00 | 14 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Tabel 5.54. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|---------|----------|----------|
| Rata-rata | 1 | 5,903 | 5803.933 | 457.9615 |
| Antar perlakuan | 1 | 96.3354 | 96.3354 | |
| Dalam Perlakuan | 12 | 2.5243 | 0.2104 | |
| Jumlah | 14 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{96.3354}{0.2104} = 457.9615$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 49) = 2,811544$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 457.9615 > F_{\text{tabel}} = 4.747225$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.4. Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton Variasi Umur 28 Hari

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

Tabel 5.55. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Beton Dengan variasi Umur 28 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 2 | 22.52 | 507.25 | 29.15 | 849.52 | |
| 3 | 23.18 | 537.53 | 30.47 | 928.50 | |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 7 | 21.20 | 449.33 | 0.00 | 0.00 | |
| 8 | 23.18 | 537.53 | 0.00 | 0.00 | |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 30.47 | 928.50 | |
| 10 | 23.18 | 537.53 | 30.47 | 928.50 | |
| 11 | 22.52 | 507.25 | 29.15 | 849.52 | |
| 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 13 | 21.20 | 449.33 | 30.47 | 928.50 | |
| 14 | 23.18 | 537.53 | 30.47 | 928.50 | |
| 15 | 21.86 | 477.85 | 29.15 | 849.52 | |
| S Y | 202.04 | | 239.80 | | 442 |
| S Y² | 4541.15 | | 7191.07 | | 11732 |
| n | 9.00 | | 8.00 | | 17 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.56. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|----------|----------|-----|
| Rata-rata | 1 | 11,732 | 195218 | 402 |
| Antar perlakuan | 1 | 239.8792 | 239.8792 | |
| Dalam Perlakuan | 15 | 8.9467 | 0.5964 | |
| Jumlah | 17 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{239.8792}{0.5964} = 402$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 49) = 2,811544$, Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 402 > F_{\text{tabel}} = 4.543077$, Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.5. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah Beton

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

Tabel 5.57. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan variasi Umur 28 Hari Setelah dilakukan Interval Kepercayaan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|---------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 2.5478 | 6.4911 | 2.8309 | 8.0137 | |
| 2 | 2.4062 | 5.7899 | 2.8309 | 8.0137 | |
| 3 | 2.7601 | 7.6181 | 2.7601 | 7.6181 | |
| Σ Y | 7.7141 | | 8.4218 | | 16.1359 |
| Σ Y² | 19.8991 | | 23.6456 | | 43.5447 |
| n | 3 | | 3 | | 6.0000 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 7.7141 + 8.4218 \\ &= 16.1359 \end{aligned}$$

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

2.3.3. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Beton

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab I maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai silia mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi perbandingan.

Tabel 2.27. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Beton Dengan Variasi Umrat 28 Hari Setelah dilakukan Interval Keperawatan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplastisizer 0,4% + Retarder 0,2% | |
|-----------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| | Y | Y ₂ | Y | Y ₂ |
| 1 | 2.2478 | 0.1911 | 2.8309 | 8.0137 |
| 2 | 2.4062 | 2.7800 | 2.8309 | 8.0137 |
| 3 | 2.7801 | 2.6181 | 2.7801 | 2.6181 |
| ΣY | 7.7141 | | 8.4418 | 16.1350 |
| ΣY ₂ | 19.8091 | | 23.0450 | 43.2447 |
| n | 3 | | 3 | 6.0000 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Setanjanya diperlukan :

~ Jumlah kuadrat-kedua (JK) semesta nilai peragamaan :

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Y_{ij}^2$$

$$= 7.7141^2 + 8.4418^2$$

$$= 16.1350$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{16.1359^2}{6000} \\
 &= 43.3944
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{19.8991^2}{3} + \frac{23.6456^2}{3} \right) - 43.3944 \\
 &= 0.0835
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 16.1359 - 43.3944 - 0.0835 \\
 &= 0.0668
 \end{aligned}$$

keterangan :

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

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

Tabel 5.58. Analisa Varian untuk Kuat Tarik Belah

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|---------|---------|--------|
| Rata-rata | 1 | 43.5447 | 43.3944 | 5.0000 |
| Antar perlakuan | 1 | 0.0835 | 0.0835 | |
| Dalam Perlakuan | 4 | 0.0668 | 0.0167 | |
| Jumlah | 6 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{0.0835}{0.0167} = 5.0000$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 5.0000 > F_{\text{tabel}} = 4.708647$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat Tarik Belah.

5.3.6. Pengujian Hipotesis Kualitatif untuk Beton

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

Tabel 5.20. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lembur Beton Dengan Variasi Lembur 28 Hari Setelah Dilakukan Interval Keperawatan

| No | Tambahan | | Tanpa Bahan Tambahan | | Jumlah |
|-----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------|
| | Y ₁ | Y ₂ | Y ₁ | Y ₂ | |
| 1 | 3.0080 | 13.0341 | 4.8110 | 23.1230 | |
| 2 | 3.0220 | 12.0230 | 4.9400 | 21.2200 | |
| 3 | 3.1370 | 11.8125 | 4.2003 | 18.4285 | |
| ΣY ₁ | 10.9670 | | | 12.7481 | 24.7497 |
| ΣY ₂ | | 40.4003 | | 03.1417 | 103.9020 |
| n | 3 | 3 | 3 | 3 | 6.0000 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

selanjutnya dilakukan :

> jumlah kuadrat-kuadrat (JK) secara umum pengamatan :

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2$$

$$= 10.9670^2 + 13.7481^2$$

$$= 24.7497$$

> jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk masing-masing :

5.3.6. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Beton

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

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

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplasticizer 0,4% + Retarder 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|----------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 3.6089 | 13.0241 | 4.8119 | 23.1539 | |
| 2 | 3.9526 | 15.6230 | 4.6400 | 21.5296 | |
| 3 | 3.4370 | 11.8132 | 4.2963 | 18.4582 | |
| S Y | 10.9985 | | 13.7481 | | 24.7467 |
| S Y² | 40.4603 | | 63.1417 | | 103.6020 |
| n | 3 | | 3 | | 6.0000 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 10.9985 + 13.7481 \\ &= 24.7467 \end{aligned}$$

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

5.3.6. Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Beton

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

Tabel 5.29. Data Hasil Pengujian Nilai Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Umr 28 Hari Setelah Dilakukan Interval Kebersamaan

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | Superplastisizer 0,4% + Retarder 0,2% | | Jumlah |
|-----------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|----------|
| | Y | Y ₂ | Y | Y ₂ | |
| 1 | 3.6089 | 13.0341 | 4.8110 | 23.1230 | |
| 2 | 3.9239 | 12.6230 | 4.9400 | 21.2290 | |
| 3 | 3.4370 | 11.8122 | 4.2093 | 18.4282 | |
| ΣY | 10.9698 | | 13.7481 | | 24.7497 |
| ΣY ₂ | 40.4603 | | 93.1417 | | 103.6020 |
| n | 3 | | 3 | | 6.0000 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

selanjutnya diberikan :

> jumlah kuadrat-kuadrat (JK) secara total pengamatan :

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2$$

$$= 10.9698^2 + 13.7481^2$$

$$= 24.7497$$

> jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar-rata-rata :

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{24.7467^2}{6.0000} \\
 &= 102.0663
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{40.4603^2}{3} + \frac{63.1417^2}{3} \right) - 102.0663 \\
 &= 1.2601
 \end{aligned}$$

Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 102.0663 - 24.7467 - 1.2601 \\
 &= 0.2756
 \end{aligned}$$

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 | 103.6020 | 102.0663 | 18.2857 |
| Antar perlakuan | 1 | 1.2601 | 1.2601 | |
| Dalam Perlakuan | 4 | 0.2756 | 0.0689 | |
| Jumlah | 6 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{1.2601}{0.0689} = 18.2857$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 18.2857 > F_{\text{tabel}} = 7.70865$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat Tarik Lentur.

5.3.7. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 3 hari

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

Tabel 5.61. Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 3 hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPERPLASTICIZER 0,4% + RETARDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 257227.5005 | 66165986994.3605 | 345364.5280 | 119276657208.4900 | |
| 2 | 268360.2261 | 72017210965.5687 | 365115.9539 | 133309659800.2100 | |
| 3 | 211455.1884 | 44713296680.3053 | 283198.9130 | 80201624306.9889 | |
| 4 | 252511.2931 | 63761953120.6792 | 348195.3848 | 121240025994.8430 | |
| 5 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| Σ Y | 989554.2080 | | 1341874.7797 | | 2331428.9877 |
| Σ Y² | 246658447760.9140 | | 454027967310.5330 | | 700686415071.4470 |
| n | 4 | | 4 | | 8 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 989554.2080 + 1341874.7797 \\ &= 2331428.9877 \end{aligned}$$

5.3.7. Penelitian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Analisis Variasi

berti

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab 1 maka dilakukan uji Analisa Varian satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi umur . Sebagai pejabaran dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan variasi umur 3 hari, sedangkan untuk variasi lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

Tabel 5.01. Hasil Penelitian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi

Umur 3 hari

| No | Tampal Basah | | Tampal Kering | |
|------------------|--------------|-------------------|---------------|-------------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² |
| 1 | 257237.2002 | 66160904.3902 | 312304.2280 | 1192507308.4900 |
| 2 | 268200.2201 | 72030410062.2082 | 307118.0259 | 132006204800.2100 |
| 3 | 211452.1884 | 4471206980.2022 | 282198.9129 | 80101021300.9888 |
| 4 | 222811.2031 | 4964527420.0292 | 244192.2848 | 151700250018.1200 |
| 5 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Σ Y | 982242.080 | | 1341874.7307 | |
| Σ Y ² | | 246284473769.4140 | | 421027062310.2220 |
| n | 4 | | 4 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya dipertukan :

→ jumlah kuadrat-kuadrat (JK) semua nilai pengamatan :

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2$$

$$= 982242.080 + 1341874.7307$$

$$= 2324116.8107$$

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

$$\begin{aligned}
 R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\
 &= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
 &= \frac{2331428.987^2}{8} \\
 &= 79221.52012
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
 P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J_i^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
 &= \left(\frac{2466584470.9140}{4} + \frac{45402796730.5330}{8} \right) - 79221.52012 \\
 &= 1,264.1601
 \end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 2331428.9877 - 79221.52012 - 1,264.1601 \\
 &= 16,825.2155
 \end{aligned}$$

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 | 700686415071.4470 | 679,445,140,576.1850 | 51.5271 |
| Antar perlakuan | 1 | 62,117,410,001.1780 | 62,117,410,001.1780 | |
| Dalam Perlakuan | 8 | 7,233,175,586.9974 | 1,205,529,264.4996 | |
| Jumlah | 10 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{6211741000.1780}{1205529264.996} = 51.5271$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 18) = 3,343889$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 51.5271 > F_{\text{tabel}} = 3.343889$. Dengan demikian H_0 diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

5.3.3. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Jumlah

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

Tabel 5.63. Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi

Jumlah Variasi

| No | Tingkat Bebas | | Tingkat Bebas | F | F _{table} | F _{hitung} |
|----|--------------------|---------------------|---------------|----------|--------------------|---------------------|
| | F _{table} | F _{hitung} | | | | |
| 1 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 2 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 3 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 4 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 5 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 6 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 7 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 8 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |

Sumber: Data Hasil Pengujian

Tabel 5.64. Analisis Varians untuk Modulus Elastisitas

| Sumbu Y (Modulus) | RT | KT | KT | KT |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |
| 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 | 1802,136 |

$$F_{hitung} = \frac{K1(\text{sumbu y})}{K2(\text{frekuensi})}$$

$$F_{hitung} = \frac{41.384.480,59.002}{2.014.248,22.1171} = 20.5430$$

Dalam tabel 1 pada buku Modul Statistika (Sudjana, 2002: 466) nilai F_{table} ($0,05; 3; 17$) = 3,41039. Jadi nilai $F_{hitung} = 20,5430 > F_{table} = 3,41039$ berarti terdapat pengaruh perbedaan variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

5.3.8. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 7 Hari

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

Tabel 5.63. Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 7 hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPERPLASTICIZER 0,4% + RETARDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------|----------------------|------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 384817.346 | 148084390126.133 | 514041.7244 | 264238894404.8350 | |
| 2 | 439430.313 | 193099000238.750 | 597864.3718 | 357441807096.5800 | |
| 3 | 400883.794 | 160707816757.642 | 534931.2801 | 286151474379.2570 | |
| 4 | 468340.202 | 219342545111.918 | 622026.1838 | 386916573386.6180 | |
| 5 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| S Y | 1693471.6566 | | 2268863.5601 | | 3962335.2167 |
| S Y ² | 721233752234.4430 | | 1294748749267.2900 | | 2015982501501.7300 |
| n | 4 | | 4 | | 8 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.64. Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|---------------------|------------------------|---------|
| Rata-rata | 1 | 2015982501501.7300 | 1,962,512,546,230.0400 | 20.5459 |
| Antar perlakuan | 1 | 41,384,480,320.9923 | 41,384,480,320.9923 | |
| Dalam Perlakuan | 8 | 12,085,474,950.7025 | 2,014,245,825.1171 | |
| Jumlah | 10 | | | |

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{41,384,480,320.9923}{2,014,245,825.1171} = 20.5459$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}} (0.05 ; 3 ; 17) = 3,410534$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 20.5459 > F_{\text{tabel}} = 0.468014$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

5.3.8. Pengujian Hipotesis Absolut Elastisitas Beton Dengan Variasi Tumpuan

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

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Nilai Absolut Elastisitas Beton dengan Variasi

Tumpuan

| No | Tumpuan | | REKOR ENERGI 0,2% REKOR ENERGI 0,2% | |
|------------------|----------------|----------------|--|----------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² |
| 1 | 221217,340 | 49137073,056 | 21301,7314 | 453783,1018 |
| 2 | 159170,213 | 25335087,730 | 19786,1718 | 391493,0038 |
| 3 | 40082,784 | 16066810,772 | 23101,1801 | 533662,5570 |
| 4 | 168440,205 | 28371981,118 | 61262,1838 | 3752157,5869 |
| Σ | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Σ Y | 109241,0566 | | 108802,2001 | |
| Σ Y ² | 251222223,4436 | | 1501783492,3080 | |
| n | 4 | | 4 | |

Sumber: (Data Hasil Pengujian)

Tabel 5.4. Analisis Varian untuk Absolut Elastisitas

| Sumber Variasi | df | JK | KT | KV |
|----------------|----|-------------------|--------------------|----|
| Antar-kelas | 1 | 201482201301,7700 | 1992,2122182200400 | |
| Dalam-kelas | 1 | 41384480250,0023 | 41,384480250,0023 | |
| Total | 2 | 12082474960,7623 | 12014243322,1171 | |
| Galat | 10 | | | |

Nilai F dapat dicari dengan rumus: $F = \frac{K(\text{antar-kelas})}{K(\text{dalam-kelas})}$

$$F_{hitung} = \frac{1992,2122182200400}{41,384480250,0023} = 48,1428221171$$

Dalam tabel F pada buku Mendenhall dan Brock (2002) nilai $F_{(0,05; 3; 17)} = 3,110234$ lebih kecil nilai $F_{hitung} = 48,1428221171 > F_{tabel} = 3,110234$. Dengan demikian Ho ditolak yang berarti bahwa terdapat perbedaan pemampatan variasi terhadap nilai Absolut Elastisitas Beton.

5.3.9 Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 14 Hari

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

Tabel 5.65. Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 14 hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPERPLASTICIZER 0,4% + RETARDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------|-------------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 519423.1806 | 269800440500.9790 | 701501.8945 | 492104908002.650 | |
| 2 | 471563.7829 | 222372401314.5980 | 631558.6378 | 398866312944.712 | |
| 3 | 522141.9958 | 272632263788.6210 | 705597.2916 | 497867537963.149 | |
| 4 | 540067.9811 | 291673424163.1090 | 719478.3194 | 517649052137.731 | |
| 5 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| S Y | 2053196.9403 | | 2758136.1434 | | 4811333.0836 |
| S Y² | 1056478529767.3100 | | 1906487811048.2400 | | 2962966340815.550 |
| n | 4 | | 4 | | 8 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.66. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|---------------------|------------------------|---------|
| Rata-rata | 1 | 2962966340815.5500 | 2,893,615,755,227.3700 | 51.5271 |
| Antar perlakuan | 1 | 62,117,410,001.1780 | 62,117,410,001.1780 | |
| Dalam Perlakuan | 8 | 7,233,175,586.9974 | 1,205,529,264.4996 | |
| Jumlah | 10 | | | |

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{62,117,410,001.1780}{1,205,529,264.4996} = 51.5271$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana,2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 51.5271 > F_{\text{tabel}} = 4,066181$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Porositas Beton.

2.3.3 Pengujian hipotesis standar Varietas Beton dengan Varietas lain
 14 hari
 Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab 2 maka dilakukan uji analisa varian satu arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai rata-rata mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi pemadatan

Tabel 2.65. Hasil Pengujian Nilai Mekanis Beton dengan Varietas

Gambar 14 Data

| No | Tempa Bahan | | Tampakan | | jumlah |
|----------------|---------------|--------------------|---------------|------------------|---------------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 1 | 510412,1800 | 102201,4000/2000 | 401201,2000 | 401201,2000/2000 | |
| 2 | 471201,2820 | 2211201,2100/2000 | 471201,2820 | 471201,2820/2000 | |
| 3 | 321211,0220 | 21102201,2820/2000 | 321211,0220 | 321211,0220/2000 | |
| 4 | 210021,0211 | 201021,2820/2000 | 210021,0211 | 210021,0211/2000 | |
| 5 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | |
| Σ | 202210,0000 | | 202210,0000 | | 404420,0000 |
| Σ ² | 10202201,2820 | | 10202201,2820 | | 40817000,0000 |
| n | 1 | | 1 | | 2 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Tabel 2.66. Analisa Varian Untuk Mekanis Beton dengan Varietas

| Sumber Variasi | JK | JK | JK | KV |
|-----------------|----|------------------|------------------|------------------|
| Kata-kata | 1 | 202200,0000/2000 | 202200,0000/2000 | 202200,0000/2000 |
| Antar perlakuan | 1 | 42117,4100/1780 | 42117,4100/1780 | 42117,4100/1780 |
| Dalam Perlakuan | 2 | 20221,75286/890 | 20221,75286/890 | 20221,75286/890 |
| Jumlah | 10 | | | |

Nilai F dapat dicari dengan rumus $F = \frac{KV(\text{antar perlakuan})}{KV(\text{kata-kata})}$

$$F_{hitung} = \frac{42117,4100/1780}{20221,75286/890} = 21,2021$$

Dalam tabel F pada buku Statistika (Sudjana, 2003) nilai $F_{tabel}(0,05; 2; 12) = 4,00181$ jadi nilai $F_{hitung} = 21,2021 > 4,00181$. Dengan demikian Ho ditolak yang berarti bahwa terdapat pengaruh perbedaan variasi terhadap nilai Mekanis Beton.

5.3.10. Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas Beton Dengan Variasi Umur 28 Hari

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

Tabel 5.67. Hasil Pengujian Nilai Modulus Elastisitas Beton dengan Variasi Umur 28 hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPERPLASTICIZER 0,4% + RETARDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------|----------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 679833.2804 | 462173289188.6360 | 904157.9974 | 817501684207.8590 | |
| 2 | 633663.8332 | 401529853545.5980 | 842078.1837 | 709095667457.2650 | |
| 3 | 635037.5625 | 403272705750.1510 | 849596.7389 | 721814618762.9000 | |
| 4 | 652582.1438 | 425863454377.0390 | 872558.8129 | 761358882026.0240 | |
| 5 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | |
| S Y | 2601116.8199 | | 3468391.7329 | | 6069508.5528 |
| S Y ² | 1692839302861.4200 | | 3009770852454.0500 | | 4702610155315.470 |
| n | 4 | | 4 | | 8 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.68. Analisa Varian untuk Modulus Elastisitas

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|---------------------|------------------------|----------|
| Rata-rata | 1 | 4702610155315.4700 | 4,604,866,759,099.3600 | 151.5374 |
| Antar perlakuan | 1 | 94,020,721,837.6434 | 94,020,721,837.6434 | |
| Dalam Perlakuan | 8 | 3,722,674,378.4675 | 620,445,729.7446 | |
| Jumlah | 10 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{94,020,721,837,6434}{620,445,729.7446} = 151.5374$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 151.5374 > F_{\text{tabel}} = 4.066181$. Dengan demikian H_0 diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Porositas Beton.

5.3.11. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Dengan Variasi Umur 3 Hari

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

Tabel 5.69. Data Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur 3 hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPERPLASTICIZER 0,4% + RETARDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|----------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 15.4395 | 238.3779 | 11.1293 | 123.8613 | |
| 2 | 15.2465 | 232.4557 | 10.9363 | 119.6028 | |
| 3 | 16.5331 | 273.3441 | 12.2229 | 149.4000 | |
| S Y | 47.2191 | | 34.2885 | | 81.51 |
| S Y² | 744.1776 | | 392.8641 | | 1137.04 |
| n | 3 | | 3 | | 6.00 |

Sumber : Data Hasil Penelitian
Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 47.2191 + 34.2885 \\ &= 81.51 \end{aligned}$$

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

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

3.3.11. Pengujian Hipotesis Porositas Beton dengan Variasi Umr 3 Hari

Untuk menguji hipotesis penelitian yang ada pada bab 1 maka dilakukan uji Analisa Varians Satu Arah untuk melihat apakah ada perbedaan nilai sifat mekanis beton yang ditimbulkan oleh variasi pemadatan. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan variasi umur 3 hari, sedangkan untuk variasi lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

Tabel 3.60. Data Hasil Pengujian Nilai Porositasi Beton dengan Variasi Umr

3 hari

| No | Tampakan | | SEPERMUTASI 0,4% + RETRAKSI 0,2% | | Jumlah |
|-----------------|----------|----------------|-------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 124302 | 3383779 | 111503 | 1233013 | |
| 2 | 122462 | 3319627 | 109507 | 1199028 | |
| 3 | 102231 | 2723741 | 122220 | 1493800 | |
| ΣY | 472191 | | 343882 | | 8121 |
| ΣY ² | 7441770 | | 3928041 | | 113704 |
| n | 3 | | 3 | | 0,00 |

Sumber : Data Hasil Penelitian
Selanjutnya diperlukan :

→ jumlah kuadrat-kuadrat (JK) semua nilai pengamatan :

$$\sum Y^2 = \sum_{i=1}^n Y_i^2$$

$$= 472191 + 343882$$

$$= 8121$$

→ jumlah kuadrat-kuadrat (JK) untuk rata-rata :

$$R^2 = \frac{\sum Y^2}{n}$$

$$\begin{aligned}
&= (\Sigma Y)^2 / n \text{ total} \\
&= \frac{81.51^2}{6} \\
&= 1,107.2493
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}
P_y &= \sum_{i=1}^k \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\
&= \left(\frac{744.1776^2}{3} + \frac{392.8641^2}{3} \right) - 1,107.2493 \\
&= 27.8666
\end{aligned}$$

➤ Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
E_y &= \Sigma Y^2 - R_y - P_y \\
&= 81.51 - 27.8666 - 0.4814 \\
&= 0.4814
\end{aligned}$$

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 | 1137.0417 | 1,107.2493 | 57.8811 |
| Antar perlakuan | 2 | 27.8666 | 27.8666 | |
| Dalam Perlakuan | 4 | 0.4814 | 0.4814 | |
| Jumlah | 6 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{27.8666}{0.4814} = 57.8811$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 57.8811 > F_{\text{tabel}} = 7.708647$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Porositas Beton.

5.3.12. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Variasi Umur 7 Hari

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

Tabel 5.71. Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur 7 hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPERPLASTICIZER 0,4% + RETARDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 10.8720 | 118.1998 | 6.2401 | 38.9392 | |
| 2 | 12.8662 | 165.5402 | 8.4274 | 71.0209 | |
| 3 | 13.0592 | 170.5436 | 8.6847 | 75.4242 | |
| S Y | 36.7975 | | 23.3522 | | 60.15 |
| S Y² | 454.2837 | | 185.3843 | | 639.67 |
| n | 3 | | 3 | | 6.00 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.72. Analisa Varian untuk Porositas

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|-----------------|----|----------|----------|---------|
| Rata-rata | 1 | 639.6680 | 602.9974 | 18.4230 |
| Antar perlakuan | 1 | 30.1290 | 30.1290 | |
| Dalam Perlakuan | 6 | 6.5416 | 1.6354 | |
| Jumlah | 8 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{30.1290}{1.6354} = 18.4230$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 18.4230 > F_{\text{tabel}} = 7.708647$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Porositas Beton.

5.3.12. Pengujian Hipotesis Perosis Beton Variasi umur 7 Hari

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

Tabel 5.71. Hasil Pengujian Nilai Perosis Beton dengan Variasi Umur 7

hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPTRIASTICER 0,4% + RETASIDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------|----------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 10.8720 | 118.1992 | 0.5401 | 0.2917 | |
| 2 | 12.8662 | 165.5402 | 8.4271 | 71.0209 | |
| 3 | 13.0202 | 170.5236 | 8.8847 | 78.9242 | |
| Σ Y | 36.7582 | | 23.3222 | | 60.12 |
| Σ Y ² | 434.2837 | | 187.3813 | | 639.07 |
| n | 3 | | 3 | | 6.00 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

Tabel 5.72. Analisa Varian untuk Perosis

| Number / nilai | DM | JK | KT | KT |
|------------------|----|----------|----------|---------|
| Baru-baru | 1 | 639,0700 | 602,0074 | |
| Varian perlakuan | 1 | 30,1290 | 30,1290 | |
| Galat Perakunan | 6 | 0,5416 | 1,0824 | |
| Jumlah | 8 | | | 18,4330 |

Sumber : Data Hasil Pengujian

$$F_{hitung} = \frac{K \cdot (K - 1)}{K \cdot (K - 1)} = \frac{30,1290}{1,0824} = 18,4330$$

$$F_{tabel} = \frac{30,1290}{1,0824} = 18,4330$$

Dalam tabel F pada buku Statistika (Sudjana, 2002) nilai F_{hitung} (18,4330) > nilai F_{tabel} (4,060181) jadi nilai F_{hitung} > nilai F_{tabel} > 0,05 > 0,10. Dengan demikian H₀ ditolak yang berarti bahwa terdapat pengaruh perbedaan variasi terhadap nilai Perosis beton.

5.3.13. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Variasi Umur 14 Hari

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

Tabel 5.73. Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur 14 hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPERPLASTICIZER 0,4% + RETARDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 11.5796 | 134.0875 | 6.9478 | 48.2715 | |
| 2 | 12.0299 | 144.7194 | 7.5268 | 56.6520 | |
| 3 | 13.0592 | 170.5436 | 8.6847 | 75.4242 | |
| S Y | 36.6688 | | 23.1592 | | 59.83 |
| S Y² | 449.3506 | | 180.3478 | | 629.70 |
| n | 3 | | 3 | | 6.00 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.74. Analisa Varian untuk Porositas

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|------------------------|----|----------|----------|---------|
| Rata-rata | 1 | 629.6983 | 596.5654 | 44.8171 |
| Antar perlakuan | 1 | 30.4180 | 30.4180 | |
| Dalam Perlakuan | 4 | 2.7149 | 0.6787 | |
| Jumlah | 6 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F_{\text{hitung}} = \frac{30.4180}{0.6787} = 44.8171$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 44.8171 > F_{\text{tabel}} = 7.708647$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Porositas Beton.

5.3.14. Pengujian Hipotesis Porositas Beton Variasi Umur 28 Hari

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

Tabel 5.75. Hasil Pengujian Nilai Porositas Beton dengan Variasi Umur 28 hari

| No | Tanpa Bahan Tambahan | | SUPERPLASTICIZER 0,4% + RETARDER 0,2% | | Jumlah |
|------------------------|----------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 11.5796 | 134.0875 | 7.1408 | 50.9905 | |
| 2 | 12.9306 | 167.1997 | 8.2987 | 68.8689 | |
| 3 | 11.7726 | 138.5944 | 7.1408 | 50.9905 | |
| S Y | 36.2828 | | 22.5803 | | 58.86 |
| S Y² | 439.8817 | | 170.8499 | | 610.73 |
| n | 3 | | 3 | | 6.00 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.76. Analisa Varian untuk Porositas

| Sumber Variasi | Dk | JK | KT | KT |
|------------------------|----|----------|----------|---------|
| Rata-rata | 1 | 610.7315 | 577.4766 | 63.8101 |
| Antar perlakuan | 1 | 31.2933 | 31.2933 | |
| Dalam Perlakuan | 4 | 1.9617 | 0.4904 | |
| Jumlah | 6 | | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

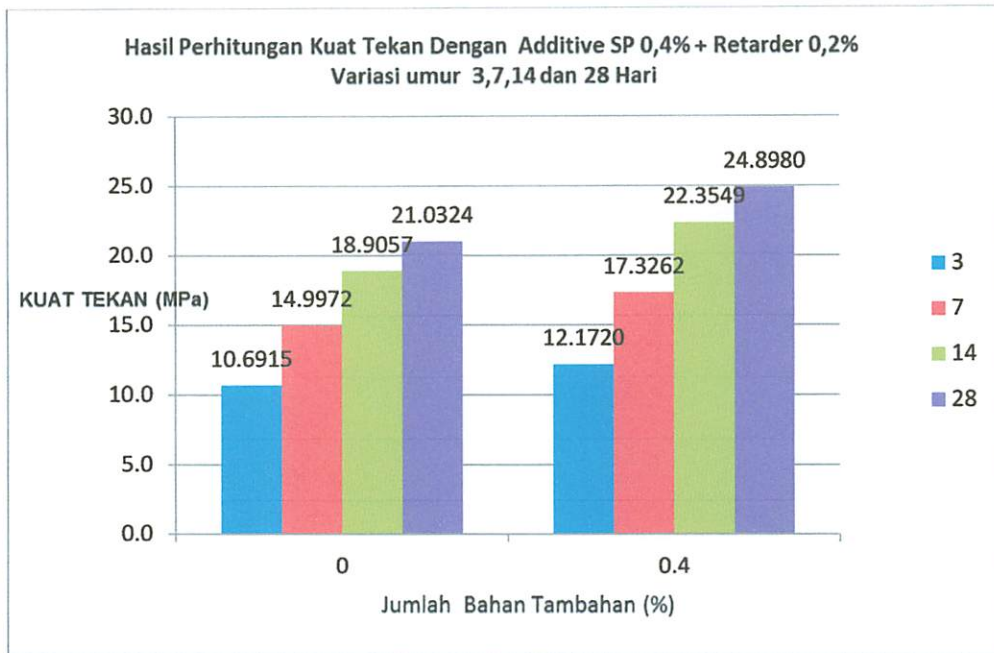
$$F_{\text{hitung}} = \frac{31.2933}{0.4904} = 63.8101$$

Dalam tabel I pada buku Metoda Statistika (Sudjana, 2002; 496), nilai $F_{\text{tabel}}(0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{\text{hitung}} = 63.8101 > F_{\text{tabel}} = 7.708647$. Dengan demikian H_a diterima H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Porositas Beton.

5.4. Analisis dan Pembahasan

5.4.1. Perbandingan Kuat Tekan Dengan Variasi Umur 3,7,14, dan 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

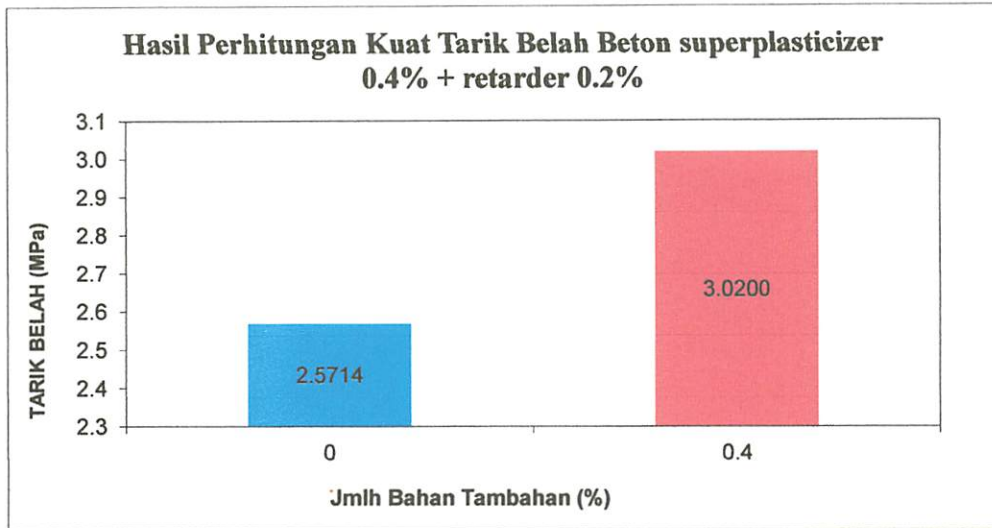
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan akibat penambahan superplasticizer 0,4% dan retarder 0,2%. Peningkatan kuat tekan pada benda uji silinder 10x20, dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 20,788%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 23,125% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 27,077% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan peningkatan

maksimum pada mutu beton ialah sebesar 26,921%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tekan, Variasi umur 3 hari dan variasi campuran superplasticizer 0,4% dan retarder 0.2% maka nilai $F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 49) = 2,811544$, Jadi nilai $F_{hitung} = 352,6975 > F_{tabel} = 4.38075$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.4.2 Perbandingan Kuat Tarik Belah pada Umur 28 hari

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



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

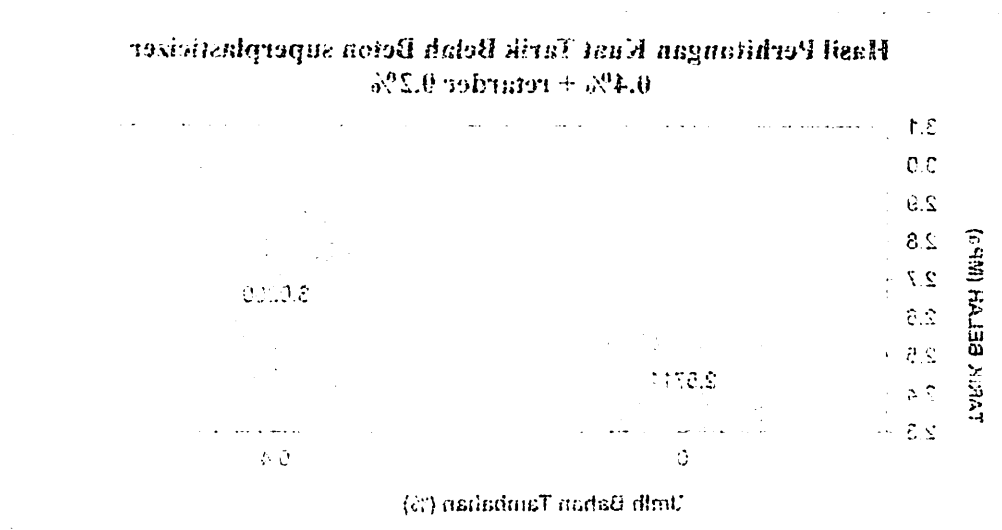
Pada grafik, di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer 0,4% dan retarder 0,2%.. Peningkatan kuat tarik belah pada benda uji silinder 15x30, untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 14,8556%, yakni dari 2,5714 MPa menjadi 3,0200 MPa. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tekan, Variasi umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer 0,4% dan retarder 0.2% maka nilai F_{tabel} (0.05 ;

5.4.2 Perbandingan Kuat Tarik Beton pada umur 28 hari

Berdasarkan hasil perhitungan untuk variasi campuran dan umur dapat

dibuat grafik sebagai berikut :



Grafik 5.2. Hubungan Antara Variasi Perambahan Bahan Tambahan

Beragam Kuat Tarik Beton

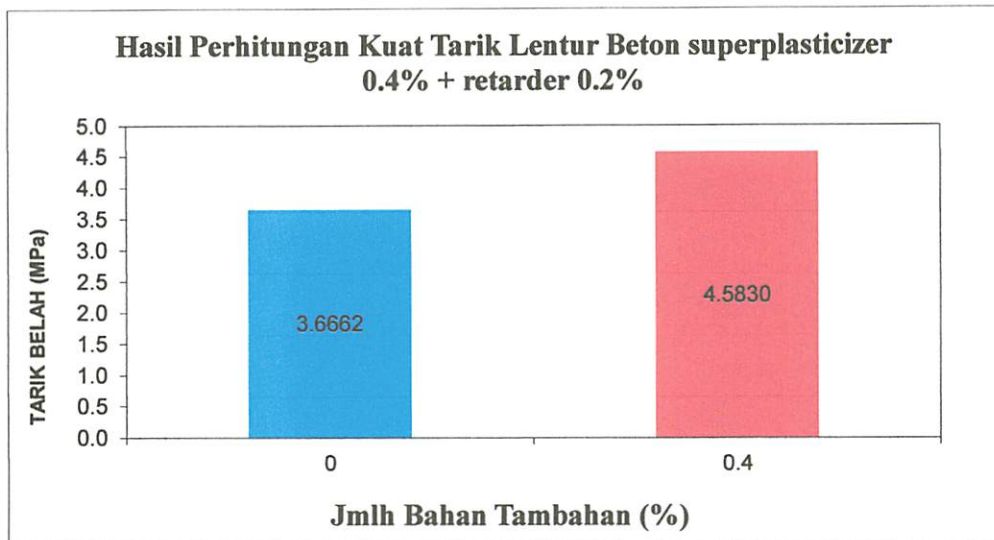
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik beton akibat penambahan superplastixer 0.4% dan retarder 0.2%. Peningkatan kuat tarik beton pada benda uji adalah 18.73%, maka umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 14.8220% yakni dari 2.5714 MPa menjadi 2.9500 MPa. Hal ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tekan variasi umur 28 hari dan variasi campuran superplastixer 0.4% dan retarder 0.2% maka nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$

$F_{3 ; 12} = 4,066181$ Jadi nilai $F_{hitung} = 5,0000 > F_{tabel} = 4,708647$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat Tarik Belah.

5.4.3 Perbandingan Kuat Tarik Lentur Pada Umur 28 Hari

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



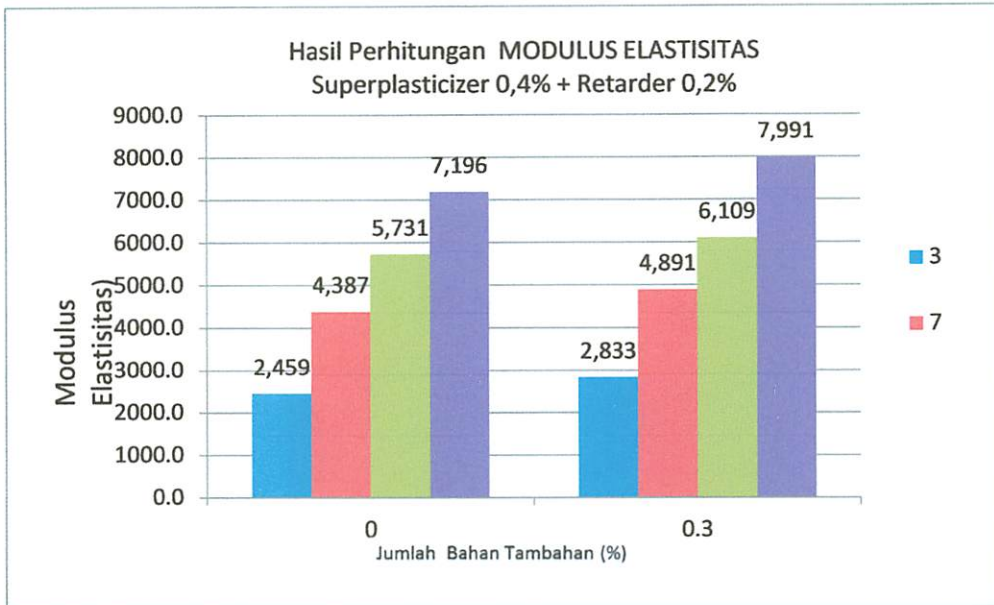
Grafik 5.3. Hubungan Antara Variasi Penambahan Bahan Tambahan Dengan Kuat Tarik Lentur Beton

Pada grafik 5.10. di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tarik belah akibat penambahan superplasticizer 0,4% dan retarder 0,2%.. Peningkatan kuat tarik belah pada benda uji silinder 15x15x30, untuk umur 28 hari menghasilkan peningkatan sebesar 20,005%, yakni dari 3,6662 MPa menjadi 4,5830 MPa. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tekan, Variasi umur 28 hari dan variasi campuran superplasticizer 0,4% dan retarder 0.2% maka nilai $F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{hitung} = 18.2857 > F_{tabel} = 7.70865$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat Tarik Lentur.

5.4.4. Perbandingan Modulus Elastisitas Umur 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

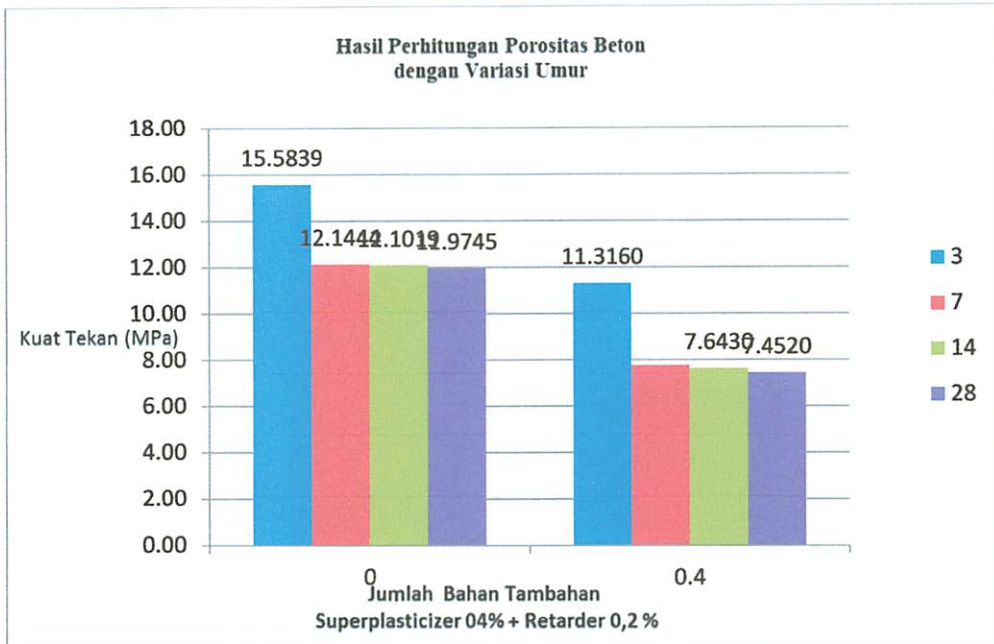
Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai modulus elastisitas akibat penambahan superplasticizer 0,4% dan retarder 0,2%. Peningkatan modulus elastisitas pada benda uji silinder 15x30, dengan variasi umur 3 hari menghasilkan peningkatan sebesar 26,515%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan peningkatan 24,060% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan peningkatan 20,569% untuk variasi umur 28 hari yang

menghasilkan peningkatan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 23,758%. Ini dikarenakan benda uji yang dihasilkan lebih padat sehingga menghasilkan nilai modulus elastisitas lebih tinggi daripada benda uji yang dihasilkan dengan tanpa bahan tambahan.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis kuat tekan, Variasi umur 3 hari dan variasi campuran superplasticizer 0,4% dan retarder 0.2% maka nilai $F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 18) = 3,343889$ Jadi nilai $F_{hitung} = 51.5271 > F_{tabel} = 0.31766$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Modulus Elastisitas Beton.

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 0,4% dan retarder 0,2%. Penurunan porositas pada benda uji silinder 10x20, dengan variasi umur 3 hari menghasilkan penurunan sebesar 37,715%, untuk variasi umur 7 hari menghasilkan penurunan 56,359% untuk variasi umur 14 hari menghasilkan penurunan 58,340% untuk variasi umur 28 hari yang menghasilkan penurunan maksimum pada mutu beton ialah sebesar 60,689%. . 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 kuat tekan, Variasi umur 3 hari dan variasi campuran superplasticizer 0,4% dan retarder 0.2% maka nilai $F_{tabel} (0.05 ; 3 ; 12) = 4,066181$ Jadi nilai $F_{hitung} = 57.8811 > F_{tabel} = 7.708647$. Dengan demikian H_a diterima H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Porositas Beton.

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 tinggi yang penggunaan air sangat sedikit jadi untuk membantu mempermudah pengerjaan kami menggunakan plasticizer yang berfungsi untuk memperencer dan memperlambat proses pengeringan campuran.

5.6. Analisa Regresi

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

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

Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

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

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

5.6.1. Analisa Regresi

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

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

| No | X | Y | 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 | 154.331 |
| 4 | 0.5 | 12.717 | 0.250 | 0.125 | 0.063 | 6.359 | 3.179 | 161.722 |
| 5 | 0.6 | 14.570 | 0.360 | 0.216 | 0.130 | 8.742 | 5.245 | 212.285 |
| | | | | | | | | |
| Jmlh | 2 | 62.574 | 0.860 | 0.432 | 0.226 | 23.721 | 11.508 | 790.804 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel 5.67. maka didapat persamaan :

$$\begin{array}{rcll} 62,574 & = & 5a & + 2b & + 0,86c \\ 23,721 & = & 2a & + 0,86b & + 0,432c \\ 11.508 & = & 0,86a & + 0,432b & + 0,2260c \end{array}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 3,1969$$

$$b = 0,8161$$

$$c = 3,0557$$

Maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = 3,0557x^2 - 0,8161x + 3,1969$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left(b \left\{ \sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n} \right\} \right) + \left(c \left\{ \sum X^2Y - \frac{(\sum X^2)(\sum Y)}{n} \right\} \right) \\ &= \left(-0,8161 \left\{ 7,7763 - \frac{2 \times 20,0813}{5} \right\} \right) + \left(-0,86 \left\{ 3,7918 - \frac{0,86 \times 20,0813}{5} \right\} \right) \\ &= 1,4789 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ &= 82,1773 - \frac{(348,20,0813)^2}{5} \\ &= 1,5259 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{1,4789}{1,5259} \\ &= 0,9692 \end{aligned}$$

Dari tabel 2.07. maka didapat persamaan :

$$\begin{aligned}
 65,274 &= 2a & + 2b & + 0,86c \\
 53,751 &= 2a & + 0,86b & + 0,435c \\
 11,208 &= 0,86a & + 0,435b & + 0,259c
 \end{aligned}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$\begin{aligned}
 a &= 3,1969 \\
 b &= 0,8161 \\
 c &= 3,0227
 \end{aligned}$$

Maka persamaannya adalah :

$$\hat{Y} = 3,0227x^2 - 0,8161x + 3,1969$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

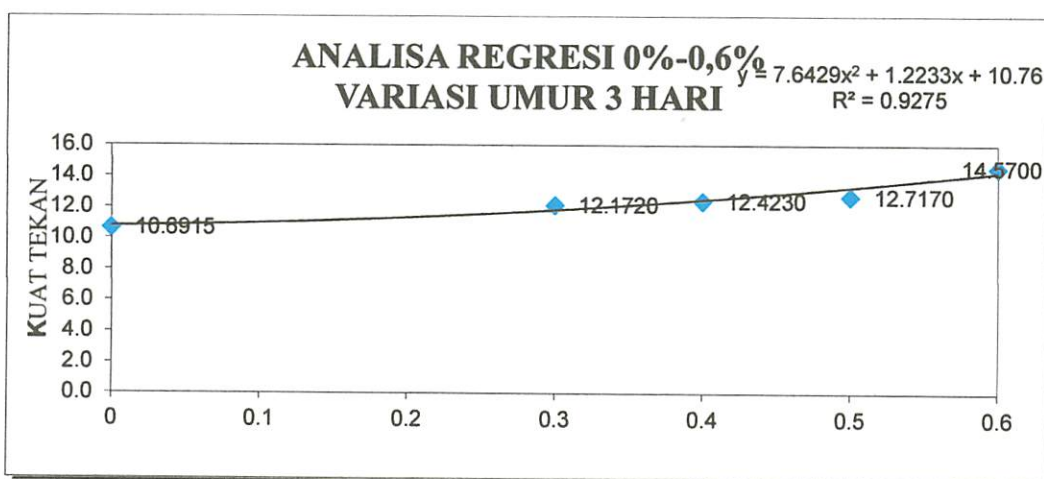
$$\begin{aligned}
 1R(p|s) &= \left(\frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right) \left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right)}} \right)^2 \\
 &= \left(\frac{-0,8161(7,2263) - \frac{5 \times 30,0813}{2}}{\sqrt{\left(-0,86^2(3,2018) - \frac{0,80 \times 30,0813}{2} \right) \left(-0,259^2(3,0227) - \frac{0,80 \times 30,0813}{2} \right)}} \right)^2 \\
 &= 1,4789
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1R(F) &= \frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}}{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}} \\
 &= \frac{85,1223 - \frac{(318,500813)^2}{2}}{85,1223 - \frac{(318,500813)^2}{2}} \\
 &= 1,2529
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{1R(p|s)}{1R(F)} \\
 &= \frac{1,4789}{1,2529} \\
 &= 0,9903
 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat tekan dengan penambahan bahan tambahan menghasilkan persamaan $y = 3,0557 x^2 - 0,8161 x + 13,1969$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9692. Hal ini berarti bahwa 96,92% perubahan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik.

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

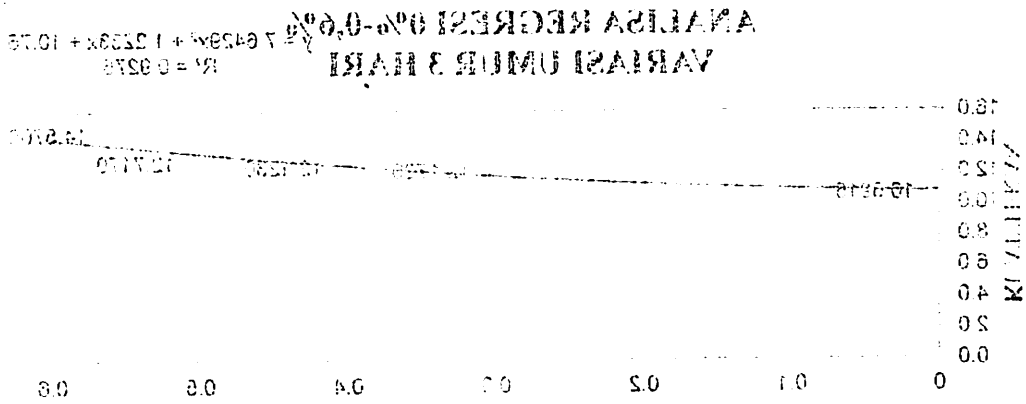


Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya data disadur dari penelitian, Adam aulia purbawisesa (05.21.025), Akhmad bahaudin (05.21.058), Albarr aziiz (05.21.045), Devianto (05.21.076), yang kemudian data keseluruhan yang menunjukkan hubungan antara variasi penambahan bahan tambahan terhadap sifat mekanis beton akan ditabelkan dan disajikan ke dalam grafik kuadratik.

penyaji dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan kuat akan dengan penambahan bahan tambahan menghasilkan persamaan (R^2) $f = 3.0557 x^2 - 0.8161 x + 12.1969$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9092. Hal ini berarti bahwa 90,92% perubahan nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh hal yang lain. Data hasil penelitian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik.

Grafik 26. Analisis Regresi Kuat Tekan pada variasi umur 3 hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya data disajikan dan penilitian. Adan anda pembahasan (02.21.025) Akhmad Bahaudin (02.21.028), Albar Aziz (02.21.042), Dwiandio (02.21.076), yang kemudian data keseluruhan yang menunjukkan hubungan antara variasi penambahan bahan tambahan terhadap nilai mekanis beton akan dijabarkan dan disajikan ke dalam grafik kuadratik.

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

| No | X | Y | X ² | X ³ | X ⁴ | XY | X ² Y | Y ² |
|------|-----|--------|----------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|
| 1 | 0 | 14.997 | 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

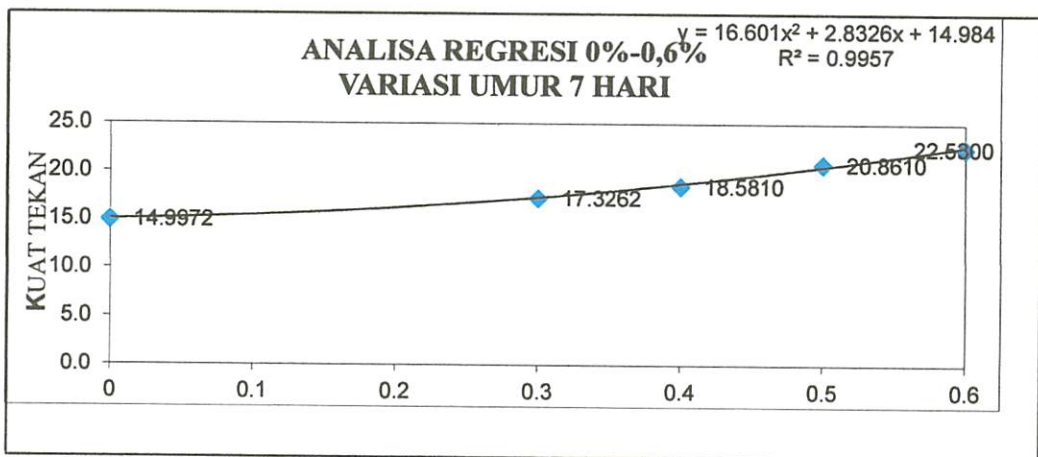
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 8,858x^2 + 2,9003 x + 8,3353$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,9974$$

Grafik 5.7. Analisa Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 7 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Variasi Umur 14 Hari

| No | X | Y | X ² | X ³ | X ⁴ | XY | X ² Y | Y ² |
|------|-----|---------|----------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|
| 1 | 0 | 18.906 | 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 | 656.231 |
| 4 | 0.5 | 25.923 | 0.250 | 0.125 | 0.063 | 12.962 | 6.481 | 672.002 |
| 5 | 0.6 | 26.510 | 0.360 | 0.216 | 0.130 | 15.906 | 9.544 | 702.780 |
| Jmlh | 11 | 119.311 | 0.860 | 0.432 | 0.226 | 45.821 | 22.135 | 2889.178 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

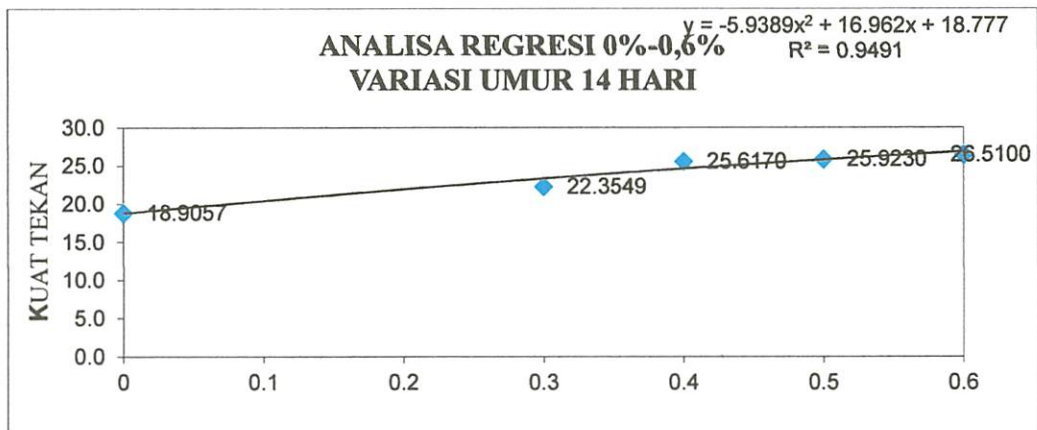
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 0,472 x^2 + 12,577 x + 15,12$$

Didapat koefisien determinasi (R²) :

$$R^2 = 0.979$$

Grafik 5. 8. Analisa Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 14 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

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

| No | X | Y | X ² | X ³ | X ⁴ | XY | X ² Y | Y ² |
|------|-----|---------|----------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|
| 1 | 0 | 21.032 | 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 | 793.943 |
| 4 | 0.5 | 30.452 | 0.250 | 0.125 | 0.063 | 15.226 | 7.613 | 927.324 |
| 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 | 25.861 | 3804.683 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

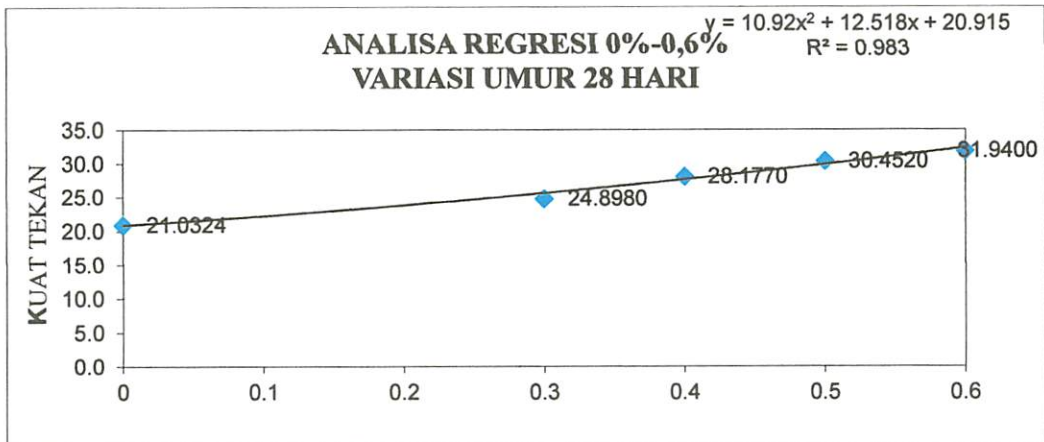
Didapat persamaan

$$\hat{Y} = 11,07 x^2 + 12,67 x + 19,47$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

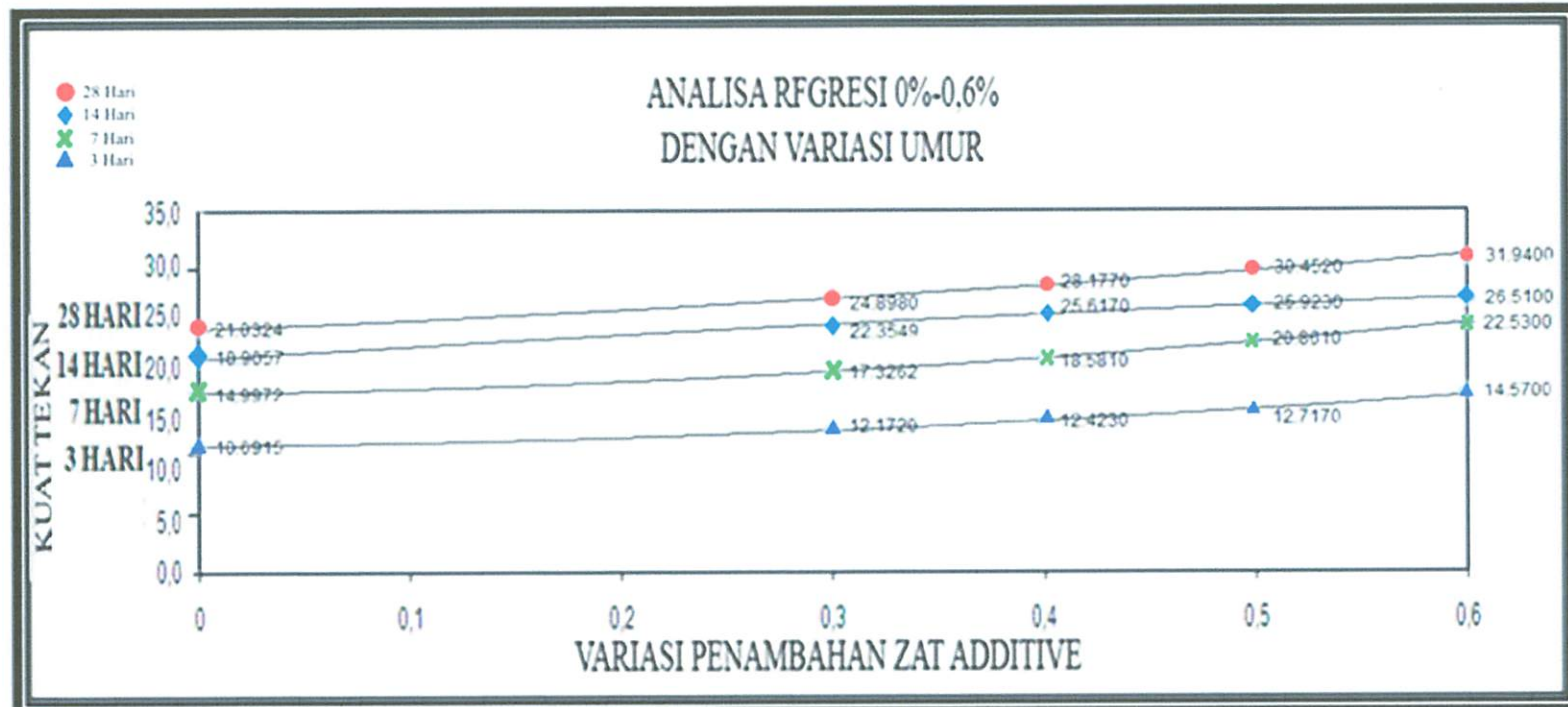
$$R^2 = 0.99$$

Grafik 5.9. Analisa Regresi Kuat Tekan Variasi Umur 28 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.10. Analisa Regresi Kuat Tekan Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

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 | 2,5714 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,6119 |
| 2 | 0,3 | 2,7129 | 0,09 | 0,027 | 0,0081 | 0,81387 | 0,244161 | 7,3598 |
| 3 | 0,4 | 3,0200 | 0,16 | 0,064 | 0,0256 | 1,208 | 0,4832 | 9,1204 |
| 4 | 0,5 | 3,2080 | 0,25 | 0,125 | 0,0625 | 1,604 | 0,802 | 10,2913 |
| 5 | 0,6 | 3,3730 | 0,36 | 0,216 | 0,1296 | 2,0238 | 1,21428 | 11,3771 |
| Jmlh | 2 | 14,8853 | 0,860 | 0,432 | 0,226 | 5,6497 | 2,7436 | 44,7605 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

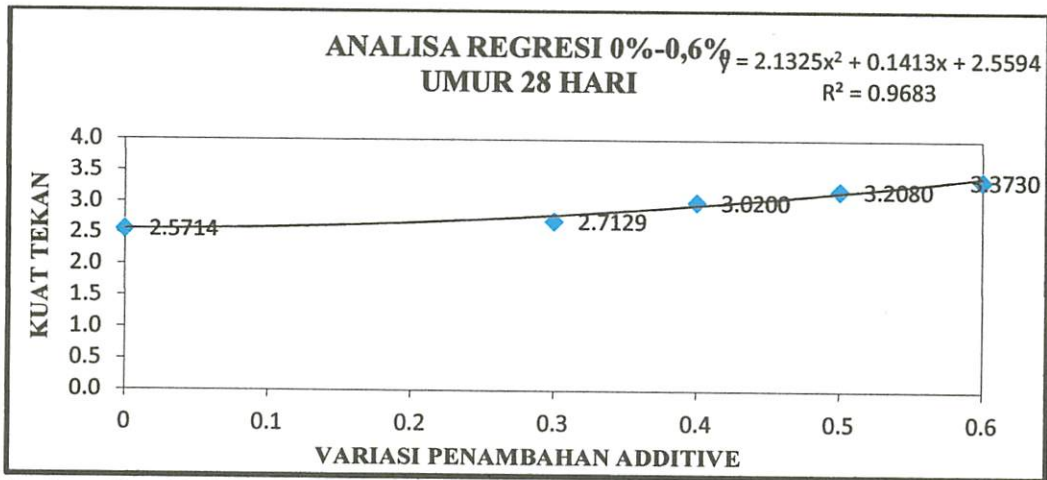
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.968$$

Grafik 5.11. Analisa Regresi Kuat Tarik Belah



Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

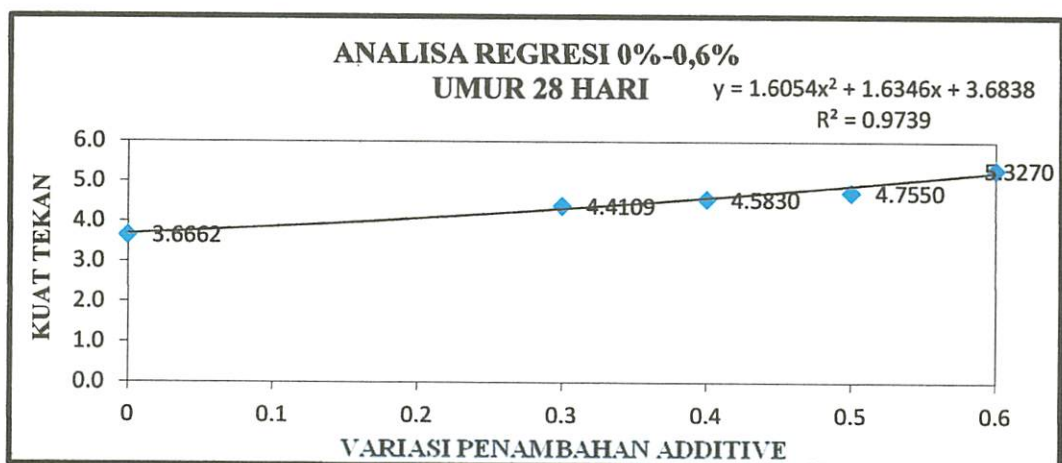
Didapat persamaan

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

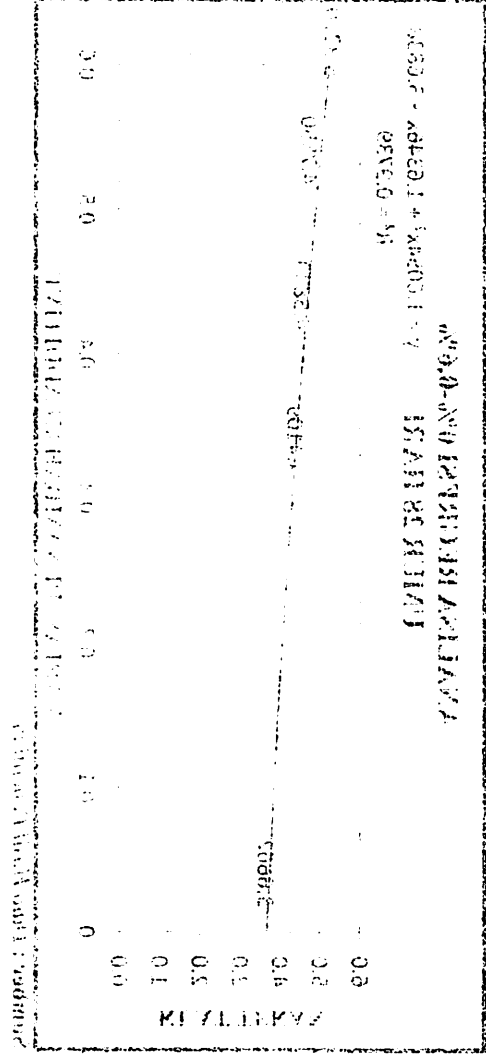
Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,937$$

Grafik 5.12. Analisa Regresi Kuat Tarik Lentur



Sumber : Data Hasil Penelitian



ՇԱՐՇՈՒՄԻ ԱՄՈՒՆՈՒՄ ԿԵՆՏՐՈՆԻ ԿԱՆՈՆԱԿԱՆ ԴԱՐՈՒՄ ԵՐԱՐՈՒՄ

$K_3 = 0.5328$

Ընդհանր կոեֆիցիենտներ (K₃) :

$\lambda = 1.002 \cdot z_0 \cdot 1.025 \cdot z = 3.081$

Ընդհանր բազանք

Համար 1. Կանոնային շարժում

| Դրս | Y | Z | Y ² | Z ² | YZ | Y ³ | YZ ² | Y ² Z | Z ³ |
|------|----------|------|----------------|----------------|-------|----------------|-----------------|------------------|----------------|
| 1 | 0.557450 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0.6 | 0.30 | 0.36 | 0.09 | 0.18 | 0.216 | 0.027 | 0.108 | 0.027 |
| 3 | 0.2 | 0.72 | 0.04 | 0.5184 | 0.144 | 0.008 | 0.373248 | 0.05184 | 0.373248 |
| 4 | 0.4 | 0.18 | 0.16 | 0.0324 | 0.072 | 0.064 | 0.00648 | 0.0216 | 0.00648 |
| 5 | 0.3 | 0.60 | 0.09 | 0.36 | 0.18 | 0.027 | 0.216 | 0.108 | 0.216 |
| ԿՈՒՄ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ԿՈՒՄ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Ըստում.

ՄԱՐԿԱԿԵՐՏՈՒՄԻ ԱՄՈՒՆՈՒՄ ԿԵՆՏՐՈՆԻ ԿԱՆՈՆԱԿԱՆ ԴԱՐՈՒՄ ԵՐԱՐՈՒՄ

Tabel 5.83. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas Variasi Umur 3 Hari

| No | X | Y | X ² | X ³ | X ⁴ | XY | X ² Y | Y ² |
|------|-----|------------|----------------|----------------|----------------|----------|------------------|----------------|
| 1 | 0 | 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 |
| Jmlh | 2 | 13338,3587 | 0,860 | 0,432 | 0,226 | 5208,041 | 2547,3410 | 36460521,3851 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

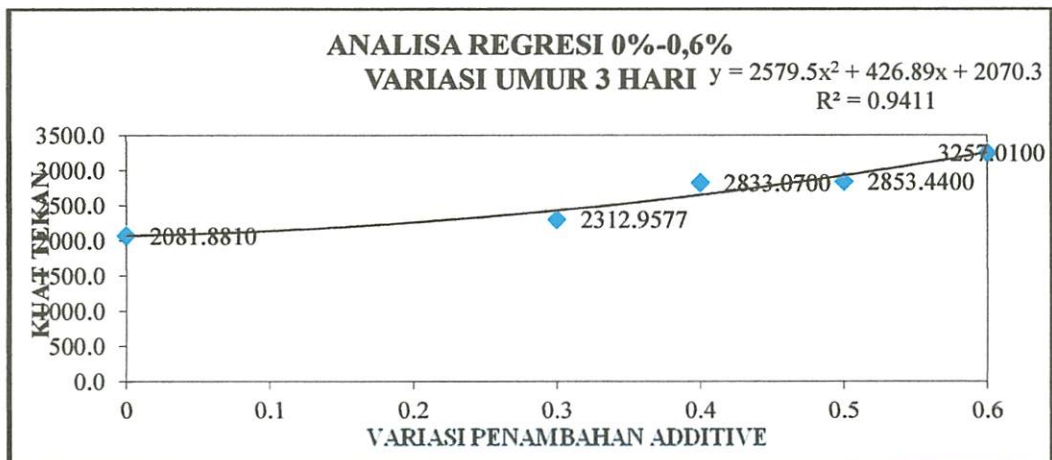
$$\hat{Y} = 2579 x^2 + 426,8 x + 2070$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,941$$

Grafik 5.13. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3

Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 2.83. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Statistika Variasi Untuk 3 Variabel

| No | X | Y | X ² | Y ² | XY | X ³ | Y ³ | XY ² | X ² Y |
|--------|-----|-----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| 1 | 0 | 3081,881 | 0 | 9497777,281 | 0 | 0 | 27679111,281 | 0 | 0 |
| 2 | 0,3 | 2315,987 | 0,09 | 5363607,289 | 694,7961 | 0,027 | 15188,111 | 2074,388 | 694,7961 |
| 3 | 0,4 | 2837,070 | 0,16 | 8048877,090 | 1134,828 | 0,064 | 22648,344 | 4539,312 | 1134,828 |
| 4 | 0,5 | 2827,440 | 0,25 | 7993987,360 | 1413,720 | 0,125 | 22648,344 | 7068,600 | 1413,720 |
| 5 | 0,6 | 3227,010 | 0,36 | 10414587,241 | 1936,206 | 0,216 | 35937,776 | 11722,236 | 1936,206 |
| Jumlah | 2 | 13328,287 | 0,860 | 40000212,821 | 5208,041 | 0,432 | 133282,287 | 39100,21281 | 5208,041 |

Sumber : Data Awal Penelitian

Dijabat perpanjang

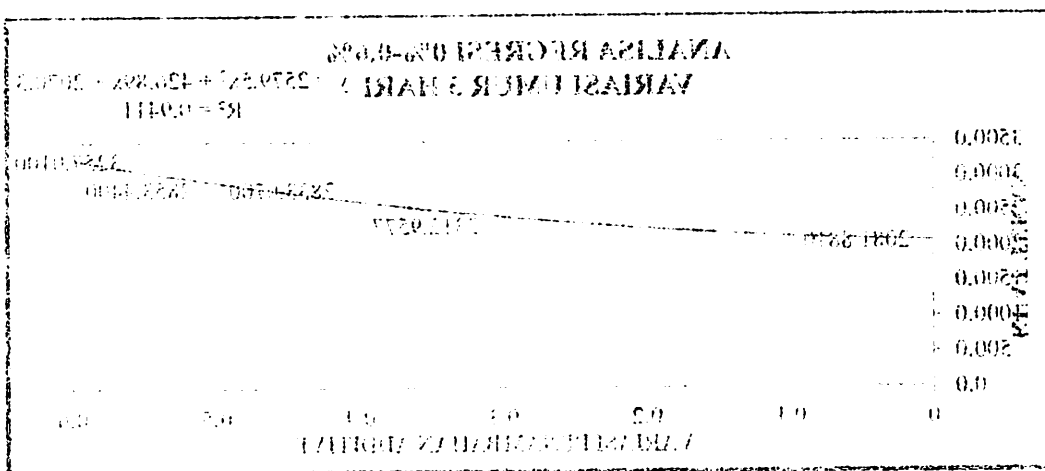
$$\hat{Y} = 2270 X^2 - 4208 X + 2070$$

Dijabat koefisien determinasi (R²) :

$$R^2 = 0,41$$

Grafik 2.13. Analisis Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Untuk 3

Hal 1



Sumber : Data Awal Penelitian

Tabel 5.84. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas Variasi Umur 7 Hari

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

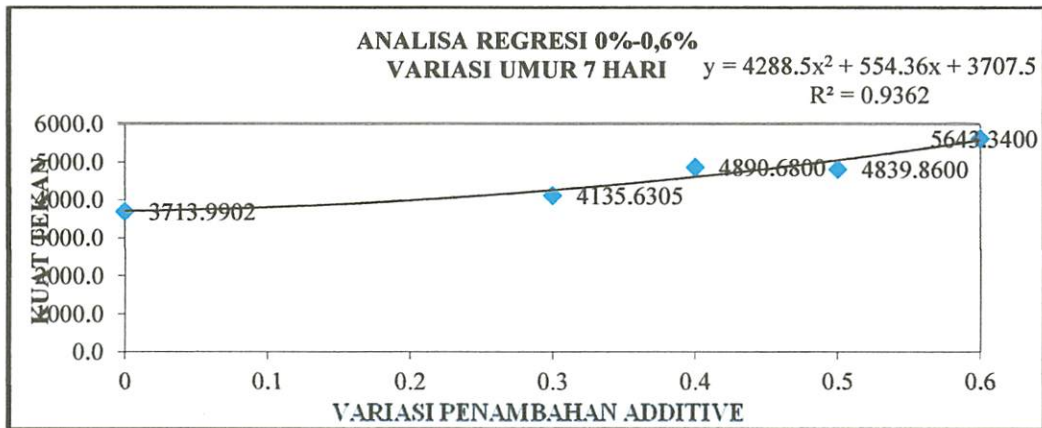
$$\hat{Y} = 4288 x^2 + 554,3 x + 3707$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.936$$

Grafik 5.14. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 7

Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.85. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas Variasi Umur 14 Hari

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

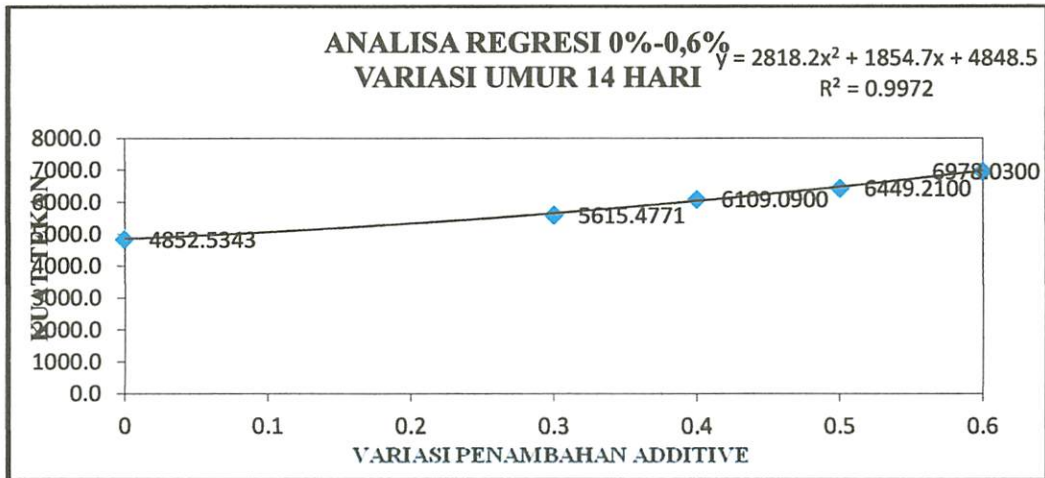
$$\hat{Y} = 2818 x^2 + 1854 x + 4848$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.997$$

Grafik 5.15. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 14

Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.86. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Modulus

Elastisitas Variasi Umur 28 Hari

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Didapat persamaan

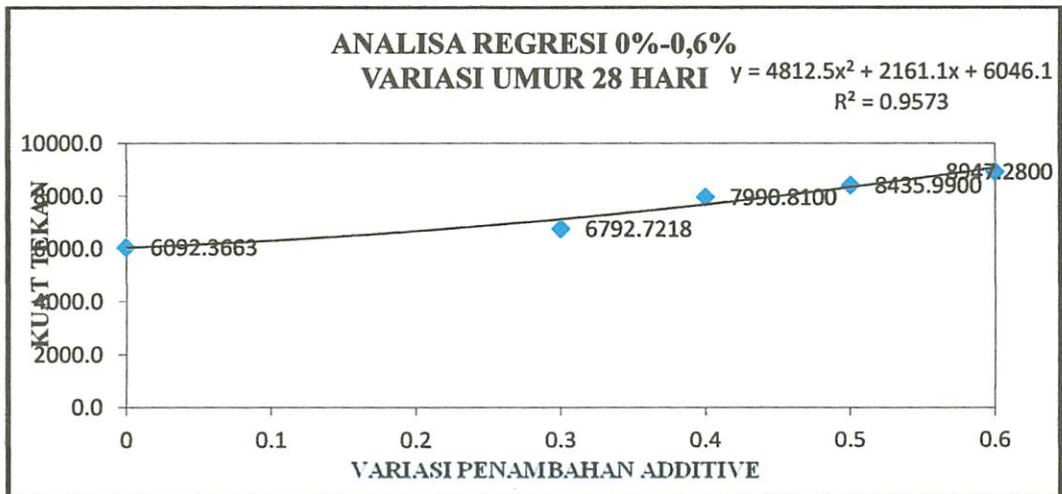
$$\hat{Y} = 4812 x^2 + 2161 x + 6046$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.957$$

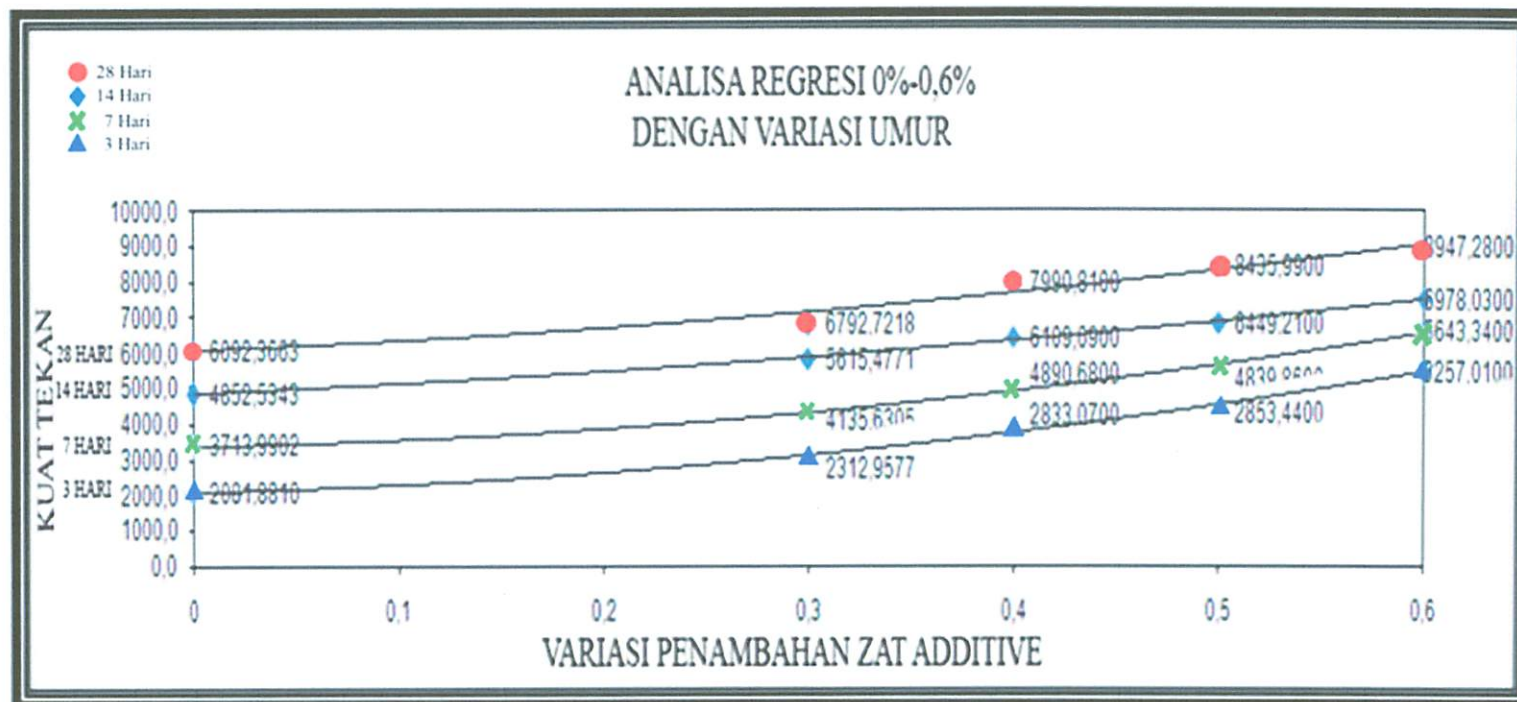
Grafik 5.16. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 28

Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.17. Analisa Regresi Modulus Elastisitas Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.87. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

Variasi Umur 3 Hari

| No | X | Y | X ² | X ³ | X ⁴ | XY | X ² Y | Y ² |
|------|-----|-------|----------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|
| 1 | 0 | 15,58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 242,86 |
| 2 | 0,3 | 11,32 | 0,09 | 0,027 | 0,008 | 3,395 | 1,018 | 128,06 |
| 3 | 0,4 | 11,32 | 0,16 | 0,064 | 0,026 | 4,526 | 1,811 | 128,05 |
| 4 | 0,5 | 11,58 | 0,25 | 0,125 | 0,063 | 5,792 | 2,896 | 134,19 |
| 5 | 0,6 | 11,66 | 0,36 | 0,216 | 0,130 | 6,994 | 4,196 | 135,86 |
| Jmlh | 2 | 61,46 | 0,860 | 0,432 | 0,226 | 20,707 | 9,921 | 769,02 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

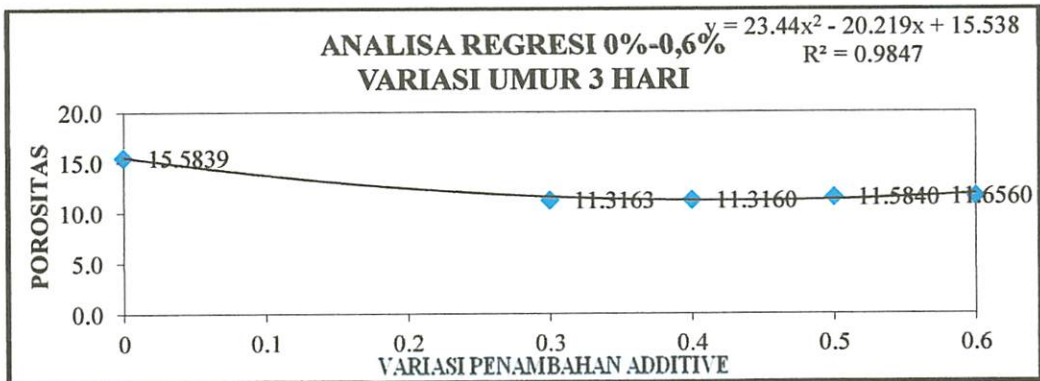
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.984$$

Grafik 5.18. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

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

| No | X | Y | X ² | X ³ | X ⁴ | XY | X ² Y | Y ² |
|------|-----|--------|----------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|
| 1 | 0 | 12,144 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 147,486 |
| 2 | 0,3 | 7,707 | 0,09 | 0,027 | 0,008 | 2,312 | 0,694 | 59,398 |
| 3 | 0,4 | 7,767 | 0,16 | 0,064 | 0,026 | 3,107 | 1,243 | 60,326 |
| 4 | 0,5 | 7,890 | 0,25 | 0,125 | 0,063 | 3,945 | 1,973 | 62,252 |
| 5 | 0,6 | 7,938 | 0,36 | 0,216 | 0,130 | 4,763 | 2,858 | 63,012 |
| Jmlh | 2 | 43,446 | 0,860 | 0,432 | 0,226 | 14,127 | 6,767 | 392,474 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

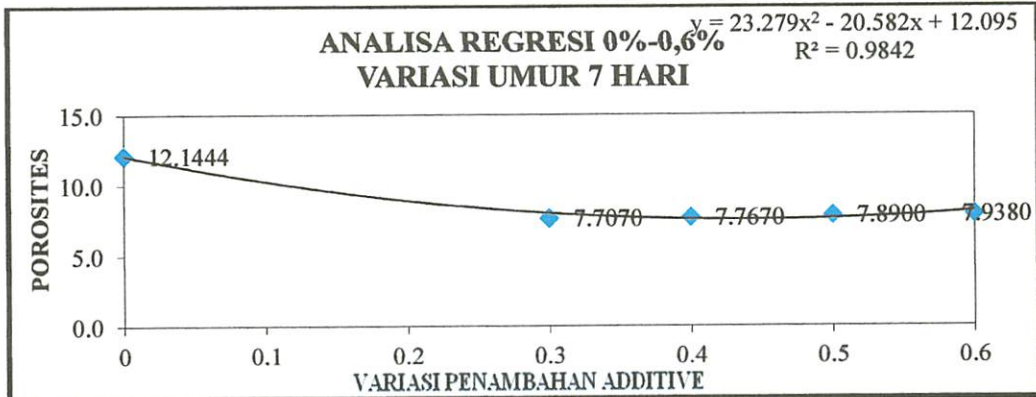
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.984$$

Grafik 5.19. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 7 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.89. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

Variasi Umur 14 Hari

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

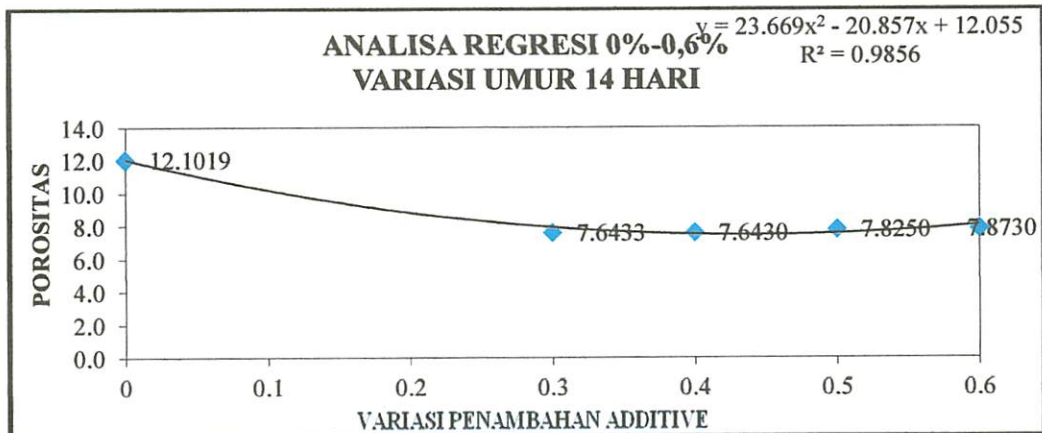
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0.985$$

Grafik 5.20. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 14 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.90. Daftar Nilai Yang Perlu Untuk Menentukan Regresi Porositas

Variasi Umur 28 Hari

| No | X | Y | X ² | X ³ | X ⁴ | XY | X ² Y | Y ² |
|------|-----|--------|----------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|
| 1 | 0 | 11,975 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 143,389 |
| 2 | 0,3 | 7,452 | 0,09 | 0,027 | 0,0081 | 2,236 | 0,671 | 55,536 |
| 3 | 0,4 | 7,452 | 0,16 | 0,064 | 0,0256 | 2,981 | 1,192 | 55,532 |
| 4 | 0,5 | 7,625 | 0,25 | 0,125 | 0,0625 | 3,813 | 1,906 | 58,141 |
| 5 | 0,6 | 7,676 | 0,36 | 0,216 | 0,1296 | 4,606 | 2,763 | 58,921 |
| Jmlh | 25 | 42,180 | 0,860 | 0,432 | 0,226 | 13,635 | 6,533 | 372,504 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

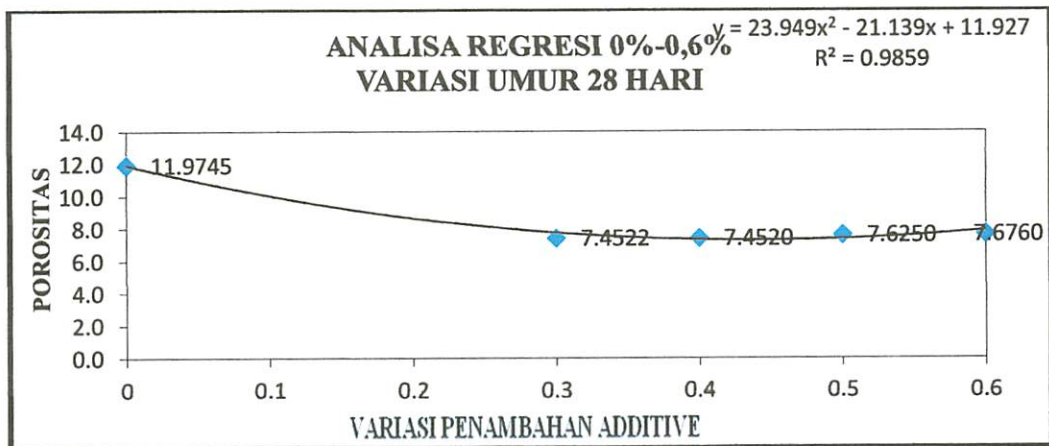
Didapat persamaan

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

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

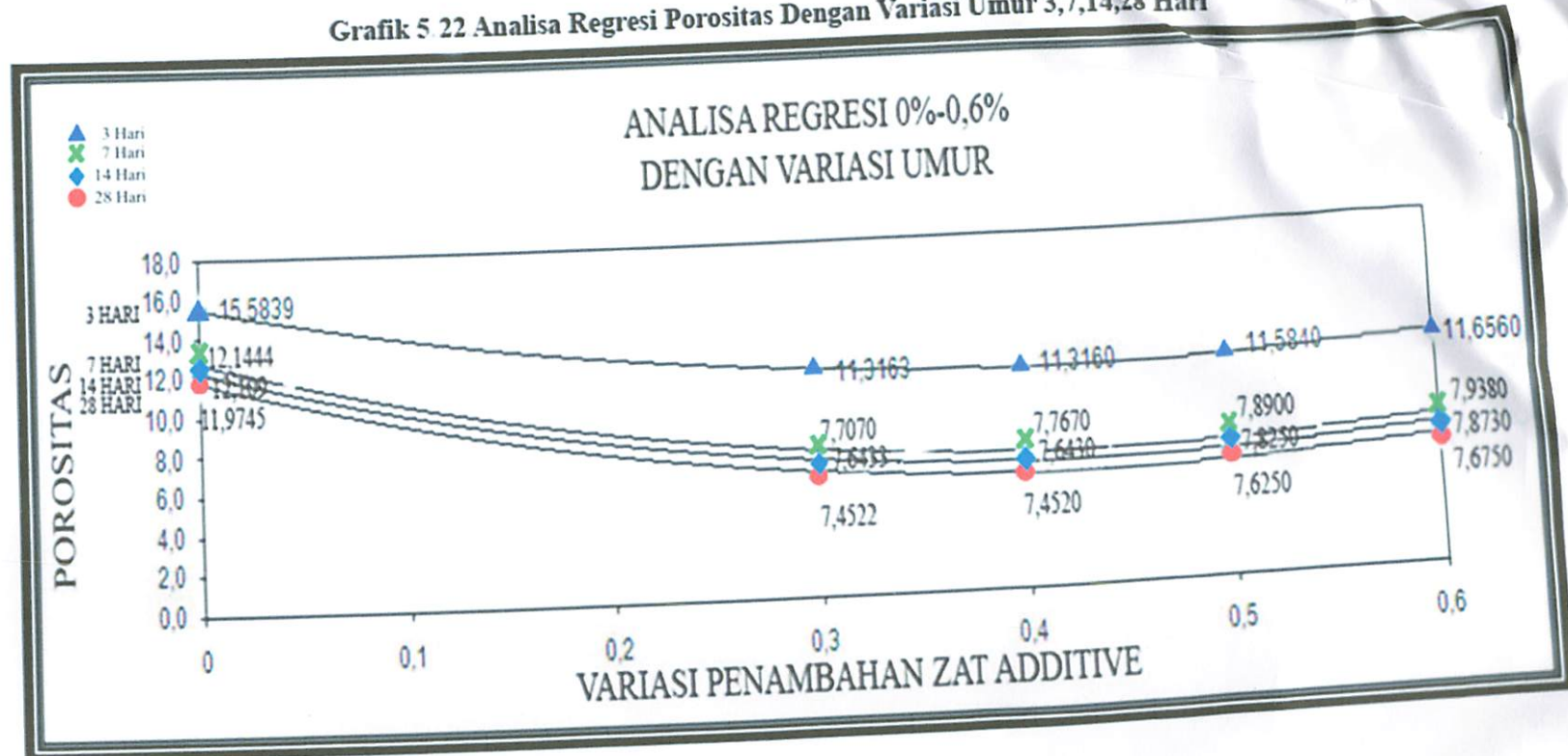
$$R^2 = 0.985$$

Grafik 5.21. Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 28 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

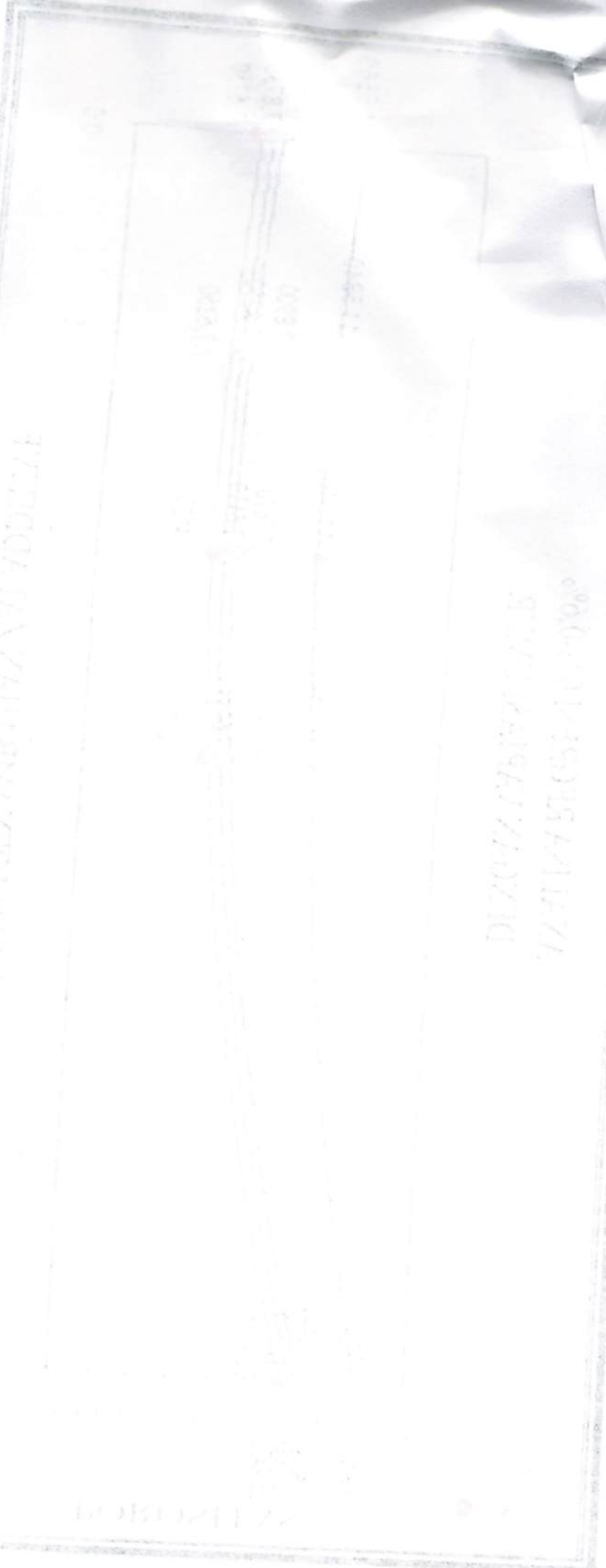
Grafik 5.22 Analisa Regresi Porositas Dengan Variasi Umur 3,7,14,28 Hari



Sumber : Data Hasil Penelitian

1901

СЕРТИФИКАТ НА ДОДЕЛА



DE 2077.175184 11000
17.11.14 51.051-10.000

Улица № 55, 7900, 3. Косовска Битка, Делови Центар, Београд, Србија

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari semua pembahasan dalam penelitian yang telah dilakukan ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Penggunaan bahan tambahan Superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2% berpengaruh untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanis beton.

Peningkatan sifat mekanis beton diantaranya :

1. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan zat additive superplastisizer 0,4% dan retarder 0,2% ialah sebesar 22.8980 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 21.0324 Mpa.

2. Kuat tarik belah.

Kuat tarik belah pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan zat additive superplastisizer 0,4% dan retarder 0,2% ialah sebesar 3.0200 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 2.5714 Mpa.

3. Kuat tarik lentur

Kuat tarik lentur pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan additive superplastisizer 0,4% dan retarder 0,2% ialah sebesar 4.580 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah Sebesar 3.6662 Mpa, begitu pula pada modulus elastisitas beton.

4. Modulus elastisitas

Modulus elastisitas pada beton mengalami peningkatan setelah beton diberi penambahan additive superplastisizer 0,4% dan retarder 0,2% ialah Sebesar 24.8979 Mpa, dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah Sebesar 21.0324 Mpa.

Pengaruh pada sifat fisik beton diantaranya :

1. Porositas.

Pada porositas beton terjadi penurunan nilai porositasnya dikarenakan penambahan additive Superplasticizer 0,4% dan Retarder 0,2% ialah sebesar 11.9745 dibandingkan dengan tanpa penambahan ialah sebesar 7.5420 , ini dikarenakan beton yang dihasilkan lebih padat sehingga pori-pori kecil dari pada tanpa bahan penambahan.

2. workabilitas

Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai slump yang indetik dari tingkat keplastisan beton, beton semakin plastis diberi penambahan Superplasticizer 0,3% dan Retarder 0,2% dan semakin mudah pengerjaanya dibandingkan tanpa bahan tambahan.

6.2 Saran

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

1. Untuk mengoptimalkan penggunaan penambahan zat additive superplastisizer dan retarder, penulis berharap penelitiann ini dilanjutkan dengan membahas unsur-unsur kimiawi agar dapat menghasilkan beton dengan mutu yang lebih bagus dan lebih efisien.
2. Penelitian ini dilakukan pada beton yang menggunakan bahan additive superplasticizer dan retarder, diharapkan penelitian selanjutnya dapat mencoba untuk mencampurkan bahan tambahan additive yang baru atau pula jenis semen yang berbeda supaya dapat dibandingkan hasil campurannya.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan memperhatikan faktor cuaca kerana berpengaruh terhadap kadar air pada marerial.

DAFTAR PUSTAKA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Rangkaian repair mortar dengan bahan tambah polymer, di akses melalui http://digilib.uns.ac.id/abstrak_12832_rangkaian-repair-mortar-dengan--bahan-tambah-polymer-.html

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

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

Sudjana. 1996. *Metode Statistika*, Bandung, Tarsito.



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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

BERAT ISI AGREGAT KASAR

| LEPAS / GEMBUR | | I | II | III |
|----------------|---|-------|-------|-------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 22120 | 22060 | 22320 |
| B. | Berat tempat (gr) | 7930 | 7930 | 7930 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 14190 | 14130 | 14390 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 10000 | 10000 | 10000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.42 | 1.41 | 1.44 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.42 | | |

| PADAT | | I | II | III |
|-------|---|-------|-------|-------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 22720 | 22920 | 22730 |
| B. | Berat tempat (gr) | 7930 | 7930 | 7930 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 14790 | 14990 | 14800 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 10000 | 10000 | 10000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.48 | 1.50 | 1.48 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.49 | | |



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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

BERAT ISI HALUS (PASIR)

| LEPAS / GEMBUR | | I | II | III |
|----------------|---|------|------|------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 8380 | 8370 | 8350 |
| B. | Berat tempat (gr) | 3560 | 3560 | 3560 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 4820 | 4810 | 4790 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 3000 | 3000 | 3000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.61 | 1.60 | 1.60 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.60 | | |

| PADAT | | I | II | III |
|-------|---|------|------|------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 8490 | 8420 | 8430 |
| B. | Berat tempat (gr) | 3570 | 3570 | 3570 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 4920 | 4850 | 4860 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 3000 | 3000 | 3000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.64 | 1.62 | 1.62 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.63 | | |



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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

BERAT ISI SEMEN

| LEPAS / GEMBUR | | I | II | III |
|----------------|---|------|------|------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 7020 | 7190 | 7170 |
| B. | Berat tempat (gr) | 3560 | 3560 | 3560 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 3460 | 3630 | 3610 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 3000 | 3000 | 3000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.15 | 1.21 | 1.20 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.19 | | |

| PADAT | | I | II | III |
|-------|---|------|------|------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 7340 | 7270 | 7260 |
| B. | Berat tempat (gr) | 3560 | 3560 | 3560 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 3780 | 3710 | 3700 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 3000 | 3000 | 3000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.26 | 1.24 | 1.23 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.24 | | |



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

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

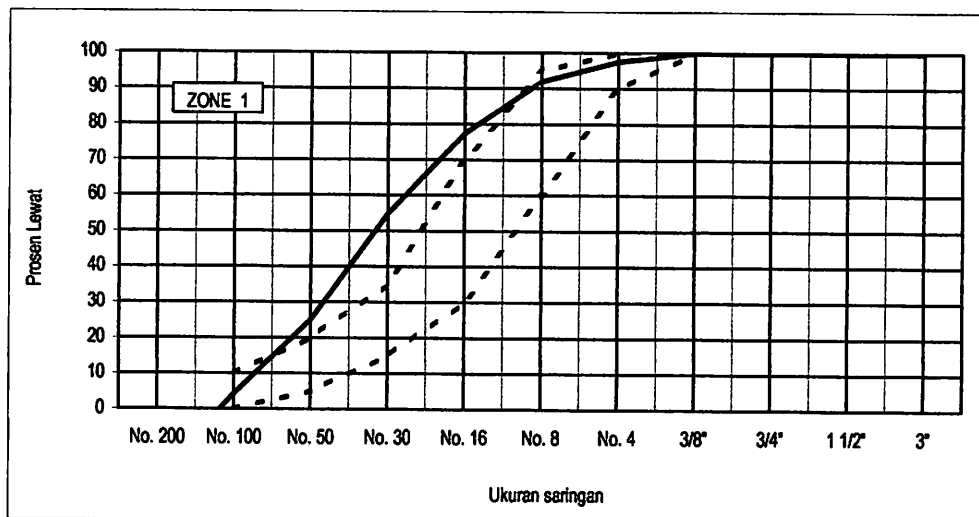
Lmp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Berat contoh kering : 1000 gr

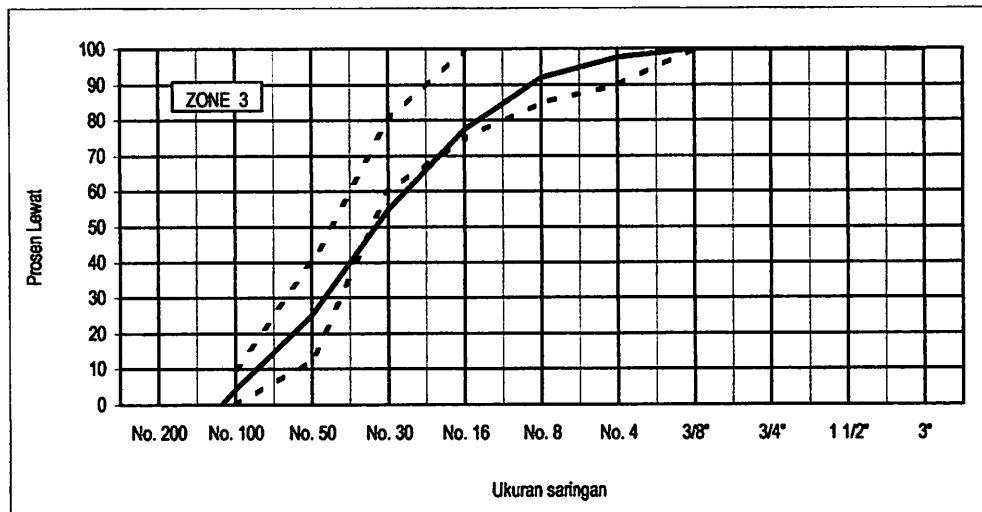
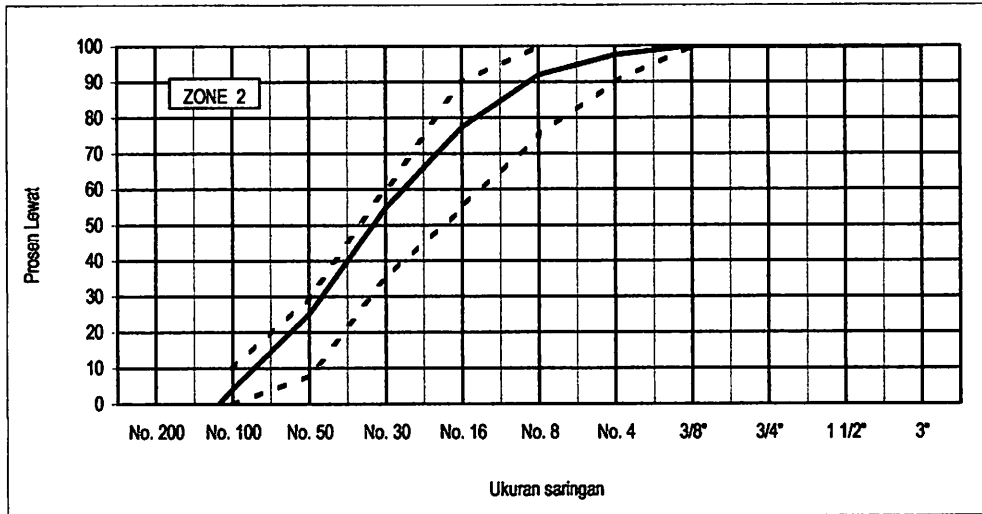
| Ukuran saringan | Berat tertahan | Prosen tertahan | Kumulatif | |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | tertahan | lewat |
| 76.2 mm (3") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 38.1 mm (1 1/2") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 19.1 mm (3/4") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 9.6 mm (3/8") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 4.75 mm (No. 4) | 23.90 | 2.39 | 2.39 | 97.61 |
| 2.36 mm (No. 8) | 55.80 | 5.58 | 7.97 | 92.03 |
| 1.18 mm (No. 16) | 145.80 | 14.58 | 22.55 | 77.45 |
| 0.6 mm (No. 30) | 225.20 | 22.52 | 45.07 | 54.93 |
| 0.3 mm (No. 50) | 297.60 | 29.76 | 74.83 | 25.17 |
| 0.15 mm (No. 100) | 208.40 | 20.84 | 95.67 | 4.33 |
| 0.075 mm (No. 200) | 233.30 | 23.33 | 119.00 | -19.00 |
| pan | 198.50 | 19.85 | 138.85 | -38.85 |





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

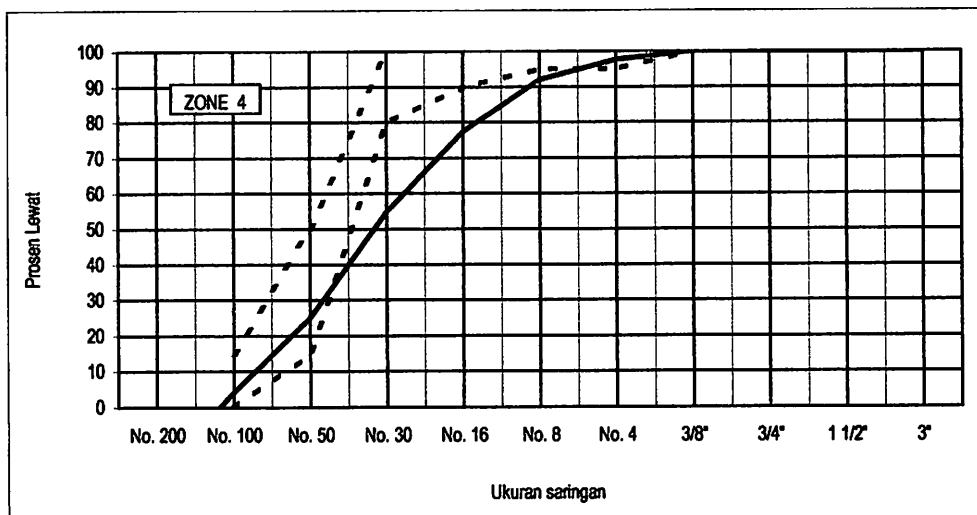
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145





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

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





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

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

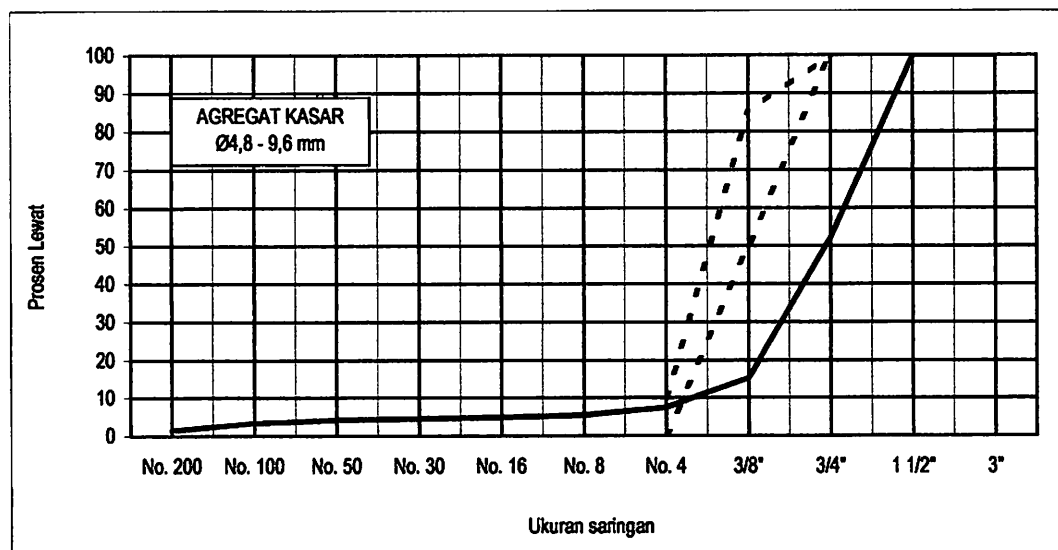
Lmp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Berat contoh kering : 2810 gr

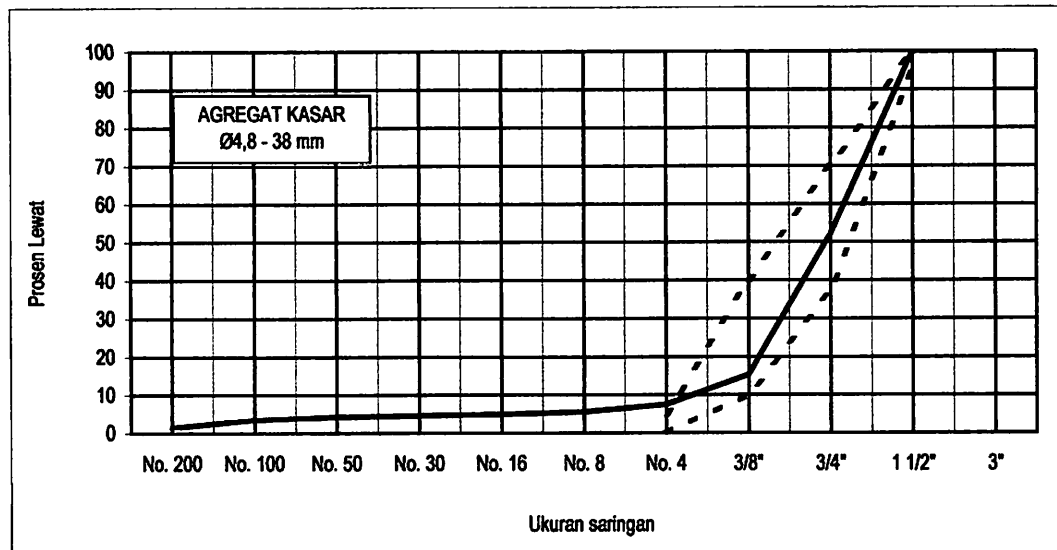
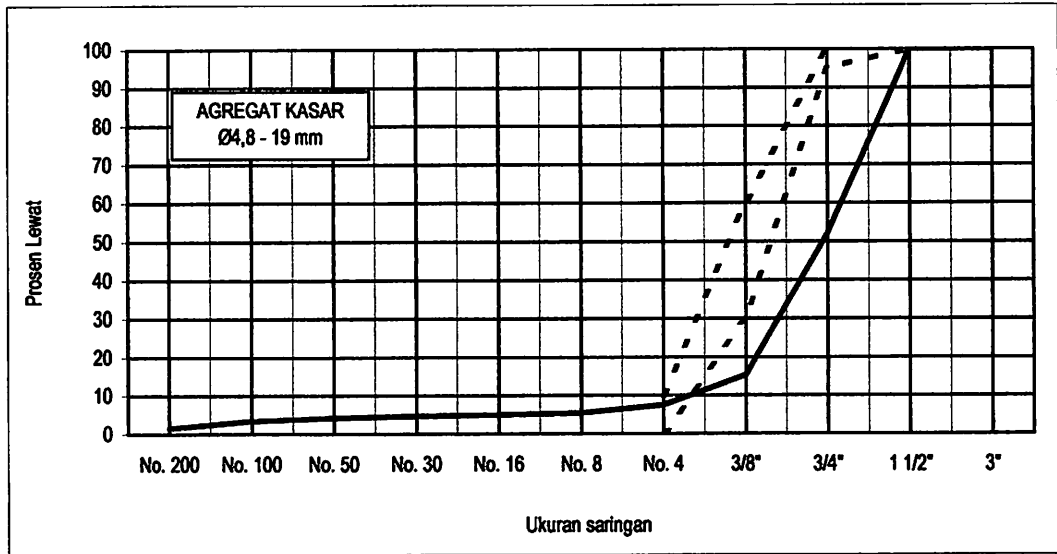
| Ukuran saringan | Berat tertahan | Prosen tertahan | Kumulatif | |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | tertahan | lewat |
| 76.2 mm (3") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 38.1 mm (1 1/2") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 19.1 mm (3/4") | 1342.00 | 47.76 | 47.76 | 52.24 |
| 9.6 mm (3/8") | 1038.00 | 36.94 | 84.70 | 15.30 |
| 4.75 mm (No. 4) | 219.00 | 7.79 | 92.49 | 7.51 |
| 2.36 mm (No. 8) | 55.50 | 1.98 | 94.47 | 5.53 |
| 1.18 mm (No. 16) | 15.60 | 0.56 | 95.02 | 4.98 |
| 0.6 mm (No. 30) | 9.30 | 0.33 | 95.35 | 4.65 |
| 0.3 mm (No. 50) | 10.60 | 0.38 | 95.73 | 4.27 |
| 0.15 mm (No. 100) | 23.50 | 0.84 | 96.57 | 3.43 |
| 0.075 mm (No. 200) | 55.20 | 1.96 | 98.53 | 1.47 |
| pan | 38.10 | 1.36 | 99.89 | 0.11 |





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

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





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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

KADAR LUMPUR dan KADAR ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

Dari hasil pengujian kadar lumpur yang telah kami laksanakan, didapatkan hasil sebagai berikut :

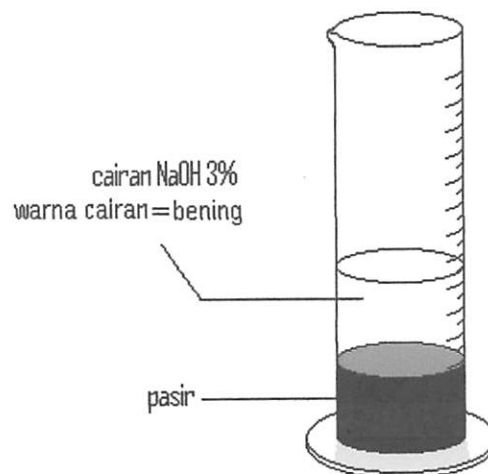
V1 (tinggi pasir) = 390 ml

V2 (tinggi lumpur) = 6 ml

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100 \% \\ &= 1.3\% \end{aligned}$$

Dengan hasil tersebut di atas, maka pasir yang diperiksa layak digunakan untuk campuran beton, dikarenakan kadar lumpurnya < 5% (merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton).

Untuk pengujian zat organik agregat halus didapatkan warna bening, yang berarti bahwa bahan yang diperiksa mempunyai sedikit kandungan zat organik .



Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pasir yang diperiksa memenuhi syarat untuk dipergunakan sebagai agregat halus untuk campuran beton.



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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

KADAR AIR AGREGAT

| AGREGAT KASAR | | ASLI | | SSD | |
|---------------|--|-------|-------|--------|--------|
| | Nomor test | 1a | 1b | 1a | 1b |
| A. | Berat tempat (gr) | 2520 | 2720 | 174.4 | 194.4 |
| B. | Berat tempat + contoh (gr) | 27040 | 27080 | 2503.3 | 2258.1 |
| C. | Berat tempat + contoh kering ov (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 | |

| AGREGAT HALUS | | ASLI | | SSD | |
|---------------|--|-------|-------|------|--|
| | Nomor test | 2a | 2b | | |
| A. | Berat tempat (gr) | 2890 | 3460 | | |
| B. | Berat tempat + contoh (gr) | 25130 | 22880 | | |
| C. | Berat tempat + contoh kering ov (gr) | 24330 | 22200 | | |
| D. | Kadar air = $\frac{B-C}{C-A} \times 100\%$ (%) | 3.73 | 3.63 | | |
| F. | Kadar air rata-rata (%) | 3.68 | | 4.59 | |



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

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

Lamp.Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

| | | I | II | Rata-rata |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|-----------|
| Berat contoh kering oven | B _k | 4925.8 | 4928.3 | 4927.05 |
| Berat contoh kering permukaan jenuh | B _j | 5000.1 | 5000.3 | 5000.2 |
| Berat contoh di dalam air | B _a | 3144.6 | 3159.7 | 3152.15 |
| Berat Jenis (bulk) | $\frac{B_k}{B_j - B_a}$ | 2.65 | 2.68 | 2.67 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh | $\frac{B_j}{B_j - B_a}$ | 2.69 | 2.72 | 2.71 |
| Berat jenis semu (apparent) | $\frac{B_k}{B_k - B_a}$ | 2.77 | 2.79 | 2.78 |
| Penyerapan (absorpsi) | $\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$ | 1.51 | 1.46 | 1.48 |



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

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

Lamp. Surat / Lap. N :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN 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 | 979.30 | 985.55 |
| Berat Jenis (bulk) | $\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$ | 2.61 | 2.60 | 2.61 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh | $\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$ | 2.65 | 2.66 | 2.66 |
| Berat jenis semu (apparent) | $\frac{Ek}{(B + Ek - Bt)}$ | 2.73 | 2.77 | 2.75 |
| Penyerapan (absorpsi) | $\frac{Bj - Ek}{Ek} \times 100 \%$ | 1.69 | 2.25 | 1.97 |



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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

**PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT
dengan Mesin Abrasi Los Angeles (500 Putaran)
AASHTO T 96 - 77**

| Gradasi pemeriksaan | | B (fraksi 10 - 20 mm) | | | |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|
| Saringan | | I | | II | |
| Lolos | tertahan | Berat sebelum | Berat sesudah | 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") | 2500.8 | | | |
| 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) | | | | |
| Jumlah berat | | 5000.8 | | | |
| Berat tertahan saringan no 12 | | | 4187.8 | | |

| | | I | II | |
|---|--|--------|----|------|
| a | Berat benda uji semula | 5000.8 | | gram |
| b | Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4) | 4187.8 | | gram |
| | Keausan : $\frac{a-b}{a} \times 100 \%$ | 16.26 | | % |



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

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

Perancangan campuran beton dengan metode SNI untuk mutu f'c 20

| No. | Sebutan | Referensi Perhitungan | Nilai |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------|
| Penerapan variabel perencanaan | | | |
| 1. | Kekuatan tekan karakteristik | Disyaratkan (pada 28 hari) | 20.00 MPa |
| 2. | Deviasi standar | Tabel 1 | 6.00 MPa |
| 3. | Margin kekuatan | 1,34 [2] | 10.48 MPa |
| 4. | Kekuatan tekan rencana | [1] + [3] | 30.48 MPa |
| 5. | Jenis semen yang digunakan | Disyaratkan | Tiga Roda |
| 6. | Jenis agregat kasar | Dipecah / tidak dipecah *) | Dipecah |
| | Jenis agregat halus | Dipecah / tidak dipecah *) | Tidak dipecah |
| 7. | Faktor air semen (W/C) | Gambar 13 (W/C) | 0.71 |
| 8. | Faktor air semen maksimum | Tabel 12 (W/C) | 0.73 |
| 9. | Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan | Terkecil antara [7] dan [8] (W/C) | 0.71 |
| 10. | Slump yang direncanakan | Disyaratkan (tabel 9) | 100.00 mm |
| 11. | Ukuran agregat maksimum | Tabel 5 | 20.00 mm |
| 12. | Kadar air bebas | Tabel 11 | 196.90 kg/m ³ |
| 13. | Jumlah semen | [12] / [9] | 277.32 kg/m ³ |
| 14. | Jumlah semen minimum | Tabel 12 | 225.00 kg/m ³ |
| 15. | Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan | Terbesar antara [13] dan [14] | 277.32 kg/m ³ |
| 16. | Proporsi agregat halus | Gambar 14 | 45.00 % |
| 17. | Proporsi agregat kasar | 100% - [16] | 55.00 % |
| 18. | Berat jenis agregat halus (SSD) | Tabel pemeriksaan | 2.66 |
| 19. | Berat jenis agregat kasar (SSD) | Tabel pemeriksaan | 2.71 |
| 20. | Berat jenis agregat gabungan | $([16][18]+[17][19])/100$ | 2.68 |
| 21. | Berat jenis beton basah | Gambar 15 | 2407.00 m ³ |
| 22. | Total jumlah agregat | $[21]-[12]-[15]$ | 1932.78 kg/m ³ |
| 23. | Jumlah agregat halus | $[16][22]/100$ | 869.75 kg/m ³ |
| 24. | Jumlah agregat kasar | $[17][22]/100$ | 1063.03 kg/m ³ |



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

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

Lanjutan Perancangan campuran beton dengan metode SNI untuk mutu f_c 20

| No. | Sebutan | Referensi Perhitungan | Nilai |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Menentukan komposisi campuran beton kondisi lapangan | | | |
| 25. | Kadar air agregat halus | Tabel pemeriksaan | 3.68 % |
| 26. | Kadar air agregat kasar | Tabel pemeriksaan | 1.26 % |
| 27. | Kadar air SSD agregat halus | Tabel pemeriksaan | 4.59 % |
| 28. | Kadar air SSD agregat kasar | Tabel pemeriksaan | 1.81 % |
| 29. | Kelebihan air dalam agregat halus | [27]-[25] | 0.91 kg/m ³ |
| 30. | Kelebihan air dalam agregat kasar | [28]-[26] | 0.54 kg/m ³ |
| 31. | Jumlah agregat halus | $(100+[25])/(100+[27])*[23]$ | 862.18 kg/m ³ |
| 32. | Jumlah agregat kasar | $(100+[26])/(100+[28])*[24]$ | 1057.36 kg/m ³ |
| 33. | Jumlah air | $[12]+([27]-[25])+([28]-[26])$ | 198.35 kg/m ³ |

| Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan | | | | | |
|--|--------------------|------------|--------------------|--------------------|----------|
| | Jumlah | Semen (kg) | Agregat halus (kg) | Agregat kasar (kg) | Air (kg) |
| | Per m ³ | 277.32 | 862.18 | 1057.36 | 198.35 |
| | Perbandingan berat | 1 | 3.11 | 3.81 | 0.72 |

Lampiran



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Pada hari Kamis tanggal 18-11-2010 telah dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi Prodi Teknik Sipil Jenjang Strata - I untuk mahasiswa :

Nama : AKHMAD BHAUDIN

NIM : 0521058

Judul : EFEK PROPORSI ADDITIF SUPERPLASTISER DAN RETARDER MENGIKUTI KURVALINIER TERHADAP KINERJA dan VARIASI LINDUR BETON

Judul tersebut layak / tidak layak dijadikan materi Skripsi dengan nilai _____

Dosen Pembahas :

| No. | Nama | Tanda Tangan |
|-----|----------------------------|--------------|
| 1 | IR. TOGI NAINGOLAN, MS | 1 |
| 2 | IR. BAMBANG WEDYANTAJI, MT | 2 |
| 3 | IR. AGUS SANTOSA, MT | 3 |
| 4 | | 4 |

Dosen Pembimbing :

1. Ir. Ester Pristawati, MT.
2. Ir. Agus Santosa, MT

Malang, 20-12-2010

Ketua Prodi Teknik Sipil S-1

Ir. H. Hirijanto, MT.
NIP. Y. 1018800182



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-0912.15/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

20 Desember 2010

Kepada Yth : **Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT.**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

Nama : Akhmad Bahaudin
Nim : 05.21. 058
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

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

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

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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



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



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Nomor : ITN-0912.15/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

20 Desember 2010

Kepada Yth : Ibu Ir. Ester Priskasari, MT.

Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

Nama : Akhmad Bahaudin
Nim : 05.21. 058
Prodi : Teknik Sipil (S-1)

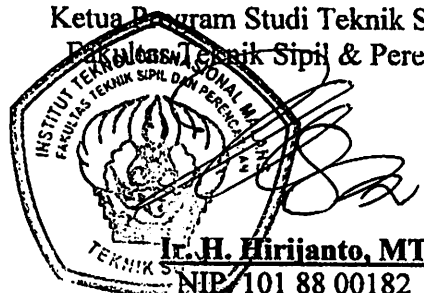
Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Efffek Proporsi Additive Superplastisizer dan Retarder Mengikuti Kurva Linear Terhadap Kinerja dan Variasi Umur Beton".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.

Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal : 20 Desember 2010 ⁹/₁₀ 19 Juni 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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



Tembusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

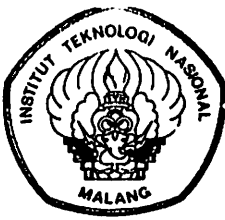
LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

AKHMAD BHAUDIN (05.21.058)

Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT

| Tanggal | Keterangan | Tanda Tangan |
|---------|---|--------------|
| 19-1-11 | 22 Bab. IV lanjutan | |
| 19-2-11 | - Analisa variant OIC. Lengkap 90% grafik. | |
| 16-2-11 | - Buat grafik untuk semua web permasalahan. - Buat kesimpulan & saran. | |
| 15-3-11 | - Lengkapi & tambahkan kesimpulan. - Grafik minggu 11 diteliti digabung menjadi satu. | |
| 22-3-11 | - Perbaiki kesimpulan semai catatan | |
| 24-3-11 | - | |
| 25-3-11 | acc. dari seminar hasil | |



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Bendungan Sigura-gura no. 2

Malang 65415

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

LEMBAR ASISTENSI

BIMBINGAN SKRIPSI

AKHMAD BHAUDIN

(05.21.058)

Dosen Pembimbing : Ir. Ester Priskasari, MT

| Tanggal | Keterangan | Tanda Tangan | |
|---------|--|--------------|--|
| | - tentukan bab I hipotesis & manfaat penelitian | | |
| | bab II, penulisan diperbaiki seperti catatan | | |
| | grafik diperbaiki | | |
| | acc samun Hasi) | | |



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG PENELITIAN

Nama : AKHMAD BAHALIDIN
NIM : 0521058
Hari / tanggal : Senin 15 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

> Identifikasi, Rumusan, Tujuan dan ~~batas~~
masalah hrs. sinkron

> Tarkil literature ada 2 Rumus.

> Metodologi Penelitian :
- Populasi Sample ?
- Cara pengujian

Bepe

→ ~~Bagaimana~~ Cara/teknik pengujian
Parositas ?

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, 2011

Dosen Pembahas

Malang, 2011

Dosen Pembahas



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG RESEARCH

Nama : AKYADDD ANHAIROIA
 NIM : 05 21 05 8
 Hari / tanggal : Senin 18 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

judul dan isi

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

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 2011
 Dosen Pembahas
A *20/08/11*

Malang, 2011
 Dosen Pembahas
Wahid



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

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : A. BAHAUDIN
NIM : 05 21050
Hari / tanggal : Rabu / 24-8-2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- > bagian Alur Betulban / Sempurnakan
- > Cara pengujian Peresitas (yg benar)
- > dan grafik hal 168; dll.

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 2011
Dosen Penguji

Bambang Medgantara

Malang, 24-8- 2011
Dosen Penguji

Photo- Photo

Penelitian



Persiapan Bahan Beton Normal



Pencampuran Material Beton Normal



Slump Test



Benda uji Beton Normal



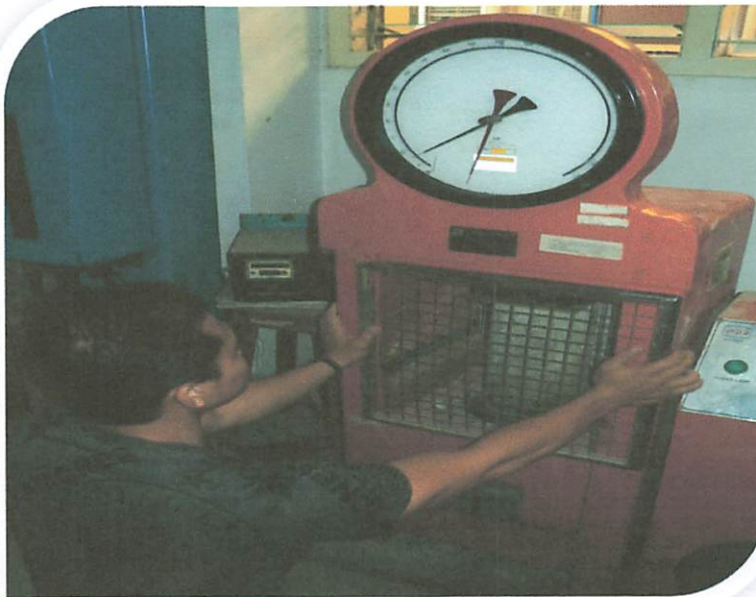
Pencampuran Material Beton dengan Campuran Additive



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