

SKRIPSI

STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN TETES TEBU (VARIASI KADAR 2,4% - 2,8%) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS PADA MUTU BETON 25 MPA



Disusun Oleh :

YULIAN YUSUF MALAIKARI

06.21.028

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

00000000

RECEIVED
U.S. DEPARTMENT OF JUSTICE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
WASHINGTON, D.C. 20535
MAY 20 1964

RECEIVED
MAY 20 1964
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
WASHINGTON, D.C. 20535

RECEIVED
MAY 20 1964
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
WASHINGTON, D.C. 20535

RECEIVED
MAY 20 1964
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION
WASHINGTON, D.C. 20535

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI


**STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN
TAMBAHAN TETES TEBU (VARIASI KADAR 2,4% - 2,8%) TERHADAP
SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS PADA
MUTU BETON 25 MPA**

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

Disusun Oleh :
YULIAN YUSUF MALAIKARI
06.21.028

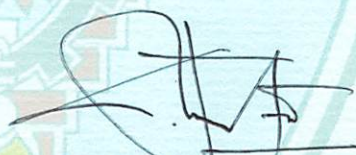
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT.)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Eding Iskak Imananto, MT.)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. H. Hirijanto, MT.)

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN
TAMBAHAN TETES TEBU (VARIASI KADAR 2,4% - 2,8%) TERHADAP
SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS PADA
MUTU BETON 25 MPA

SKRIPSI

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Kamis

Tanggal : 24 Februari 2011

Dan Diterima Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

YULIAN YUSUF MALAIKARI

06.21.028


Disahkan Oleh :

Ketua



(Ir. H. Hirijanto, MT.)

Sekretaris



(Lilla Ayu Ratna Winanda, ST.MT.)

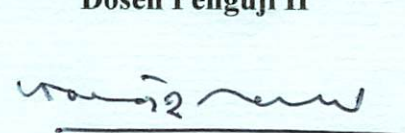
Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Eri Andrian Yudianto, ST. MT.)

Dosen Penguji II



(Ir. Sudirman Indra, Msc.)

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

2011

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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **YULIAN YUSUF MALAIKARI**
Nim : **06.21.028**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :
“ **STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN
TAMBAHAN TETES TEBU (VARIASI KADAR 2,4 % - 2,8 %)
TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS PADA MUTU BETON
25 MPA**”

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip
atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 24 Februari 2011

Yang Membuat Pernyataan



(YULIAN YUSUF MALAIKARI)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat TUHAN YESUS KRISTUS atas kasih dan penyertaan-Nya maka Skripsi ini dapat saya selesaikan dengan baik tepat pada waktunya . Tak lupa pula pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang
2. Ir. H. Hirijanto, MT. selaku ketua program studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
3. Ir. Bambang Wadyantadji, MT.. selaku dosen pembimbing I yang selalu sabar menghadapi saya dan telah bersedia memberikan ilmunya kepada saya serta telah menjadi teman diskusi yang sangat baik dan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas ini .
4. Ir. Eding Iskak Imananto, MT.. selaku dosen pembimbing II yang selalu setia memberikan bimbingan dan ilmu kepada saya .
5. Bapak Muh. Mahfus selaku asisten lab yang selalu memberikan instruksi lab dengan baik kepada saya selama penelitian di Laboratorium Beton Teknik Sipil
6. Teman teman satu tim penelitian dan seluruh civitas akademik sipil S-1 ITN malang dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini .

Seperti kata pepatah “tak ada gading yang tak retak”, saya menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam Skripsi ini, oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Malang , Februari 2011

Penyusun

ABSTRAK

“PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN TETES TEBU (VARIASI 2,4%-2,8%) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS PADA MUTU BETON 25 MPA”, YULIAN YUSUF MALAIKARI, NIM : 0621028, Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, dan Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

Beton merupakan salah satu bahan utama yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan karena memiliki kelebihan daripada bahan lainya dengan fungsi yang sama. Untuk meningkatkan sifat mekanis dan sifat fisis beton adalah menambahkan bahan tambahan tetes tebu. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh penambahan bahan tambahan (tetes tebu) terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, porositas, dan workabilitas dari pada beton itu sendiri. Komposisi variasi tetes tebu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8% dari berat semen.

Pada dasarnya tetes adalah bahan buangan dari pabrik gula yang bersifat semi heterogen. Ada beberapa penelitian terdahulu yang mengatakan bahwa dengan penambahan tetes tebu ini mempengaruhi terhadap sifat-sifat dari beton itu sendiri, baik mekanis maupun sifat fisisnya. Dengan menggunakan metode DOE didapat mix design dengan mutu 25 MPa, dimana benda uji yang digunakan berbentuk silinder dan balok dengan jumlah sampel benda uji tiap variasi adalah 30 buah.

Hasil Penelitian menunjukkan penggunaan bahan tambahan tetes tebu dengan variasi 2,4%, 2,6%, 2,8% ternyata memiliki pengaruh terhadap sifat fisis maupun sifat mekanis dari beton. Variasi yang menghasilkan nilai maksimal berdasarkan semua pengujian terjadi pada variasi 2,4 %. Nilai optimum diambil berdasarkan dari nilai optimum dari sifat beton yang paling dominan yaitu sifat mekanis beton (kuat tekan) untuk mewakili nilai optimum lainnya. Untuk variasi tetes tebu 0 – 2,8 %, dimana data-data yang lain ditambah dari data milik I Putu Yudistia B.S. dan Dedy Kurniawan W; maka didapat variasi optimum 1,291% dengan nilai kuat tekan 28,977 Mpa.

Kata Kunci : Beton, Sifat Mekanis, Sifat Fisis, Tetes Tebu

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Halaman Judul..... | i |
| Lembar Persembahan | ii |
| Lembar Persetujuan | iii |
| Lembar Pengesahan..... | iv |
| Kata Pengantar | v |
| Abstraksi..... | vi |
| Daftar Isi..... | vii |
| Daftar tabel | ix |
| Daftar Grafik | xiv |
| Daftar Notasi | xvi |
| Daftar Gambar..... | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.5. Ruang Lingkup Bahasan | 4 |
| 1.6. Batasan Penelitian | 4 |
| 1.7. Hipotesis | 5 |
| 1.8. Analisa Varian | 6 |
| BAB II LANDASAN TEORI | |
| 2.1. Pengertian Beton | 7 |
| 2.2. Bahan-Bahan Penyusun Beton | 8 |
| 2.3. Mix Design (Metode DOE) | 18 |
| 2.4. Perawatan Beton | 19 |
| 2.5. Sifat-sifat Beton | 20 |
| 2.6. Tetes Tebu | 25 |
| 2.7. Penelitian Terdahulu | 27 |
| 2.8. Interval Kepercayaan | 28 |
| 2.9. Analisa Hipotesis | 30 |

| | |
|--|------------|
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian | 36 |
| 3.2. Metode Penelitian | 36 |
| 3.3. Peralatan Dan Bahan | 36 |
| 3.4. Populasi Dan Sampel | 38 |
| 3.5. Rancangan Penelitian | 39 |
| 3.6. Pelaksanaan Pengujian Material | 39 |
| 3.7. Pelaksanaan Benda Uji Mortar | 54 |
| 3.8. Pelaksanaan Benda Uji Beton | 62 |
| 3.9. Bagan Alir Proses Penelitian | 78 |
| BAB IV PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN | |
| 4.1. Pengujian Material | 80 |
| 4.2. Perencanaan Campuran (Mix Design) | 92 |
| 4.3. Perhitungan Kebutuhan Bahan | 102 |
| BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN | |
| 5.1. Uji Mortar | 104 |
| 5.2. Uji Beton | 148 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 6.1. Kesimpulan | 226 |
| 6.2. Saran | 226 |
| DAFTAR PUSTAKA | 227 |
| LAMPIRAN | 228 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 3.1. | Variasi benda Uji | 38 |
| Tabel 3.2. | Dimensi Wadah Baja | 40 |
| Tabel 3.3. | Ukuran saringan untuk Agregat Kasar | 43 |
| Tabel 3.4. | Ukuran Saringan Untuk Agregat Halus..... | 44 |
| Tabel 3.5. | Berat Minimum Untuk Ukuran..... | 46 |
| Tabel 3.6. | Ukuran Maksimum dan Berat Minimum..... | 50 |
| Tabel 3.7. | Tabel Gradasi Untuk Percobaan Los Angeles..... | 53 |
| Tabel 3.8 | Kebutuhan Total Bahan dan Variasi Tetes Tebu untuk Campuran Mortar Per Variasi | 56 |
| Tabel 4.1. | Berat Isi Agregat Halus | 81 |
| Tabel 4.2. | Berat Isi Agregat Kasar | 82 |
| Tabel 4.3. | Analisa Saringan Agregat Halus..... | 83 |
| Tabel 4.4. | Analisa Saringan Agregat Kasar..... | 84 |
| Tabel 4.5. | Bahan Lolos saringan No. 200 | 85 |
| Tabel 4.6. | Pengelompokan Warna Uji Kadar | 86 |
| Tabel 4.7. | Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar | 88 |
| Tabel 4.8 | Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus | 89 |
| Tabel 4.9 | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar | 90 |
| Tabel 4.10 | Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus | 91 |
| Tabel 4.11 | Devisai Standar Berdasarkan Isis Pekerjaan | 93 |
| Tabel 4.12 | Perkiraan Kekuatan Tekan Beton dengan FAS (W/C)=0,5. | 94 |
| Tabel 4.13 | Jumlah Semen Minimum Kondisi Terekspos..... | 95 |
| Tabel 4.14 | Nilai Slump yang diisyaratkan sesuai dengan penggunaan beton | 95 |
| Tabel 4.15 | Perkiraan Jumlah Air Bebas yang diperlukan untuk memberikan tingkat workability tertentu | 96 |
| Tabel 4.16 | Kebutuhan Total Bahan Untuk Pencampuran | 103 |
| Tabel 4.14 | Kebutuhan Bahan Tambahan..... | 103 |
| Tabel 5.1 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Variasi 0,0% | 105 |
| Tabel 5.2 | Data hasil pengujian kuat tekan mortar 2,4 %..... | 105 |
| Tabel 5.3 | Data hasil pengujian kuat tekan mortar 2,6 %..... | 106 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 5.4 | Data hasil pengujian kuat tekan mortar 2,8 %..... | 106 |
| Tabel 5.5 | Data hasil pengujian kuat tarik aksial mortar 0 %..... | 108 |
| Tabel 5.6 | Data hasil pengujian kuat tarik aksial mortar 2,4%..... | 108 |
| Tabel 5.7 | Data hasil pengujian kuat tarik aksial mortar 2,6 %..... | 109 |
| Tabel 5.8 | Data hasil pengujian kuat tarik aksial mortar 2,8 %..... | 109 |
| Tabel 5.9 | Data hasil pengujian kuat tarik lentur tarik mortar 0 % | 111 |
| Tabel 5.10 | Data hasil pengujian kuat tarik lentur tarik mortar 2,4% | 111 |
| Tabel 5.11 | Data hasil pengujian kuat tarik lentur tarik mortar 2,6 % ... | 112 |
| Tabel 5.12 | Data hasil pengujian kuat tarik lentur tarik mortar 2,8 % ... | 112 |
| Tabel 5.13 | Data hasil pengujian Interval kepercayaan 0;2,4;2,6;2,8% . | 113 |
| Tabel 5.14 | Interval Kepercayaan Kuat Tekan | 115 |
| Tabel 5.15 | Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Pengujian Interval Kepercayaan | 115 |
| Tabel 5.16 | Data Pengujian Kuat Tarik Aksial..... | 116 |
| Tabel 5.17 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial | 117 |
| Tabel 5.18 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial | 117 |
| Tabel 5.19 | Data Pengujian Kuat tarik lentur Mortar | 118 |
| Tabel 5.20 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur..... | 119 |
| Tabel 5.21 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Setelah Pengujian Interval Kepercayaan..... | 119 |
| Tabel 5.22 | Analisa Varian Untuk Kuat Tekan Mortar | 121 |
| Tabel 5.23 | Analisa Varian Untuk Kuat tarik belah | 123 |
| Tabel 5.24 | Analisa Varian Untuk Kuat TarikAksial | 125 |
| Tabel 5.25 | Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar | 127 |
| Tabel 5.26 | Analisa Varian Untuk Kuat tarik lentur Aksial | 129 |
| Tabel 5.27 | Analisa Varian Untuk Kuat tarik lentur Mortar..... | 131 |
| Tabel 5.28 | Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan Mortar | 133 |
| Tabel 5.29 | Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar | 137 |
| Tabel 5.30 | Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat tarik lentur Aksial Mortar | 141 |
| Tabel 5.31 | Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 145 |
| Tabel 5.32 | Tabel Variasi dan Nilai Optimum Dominan (Untuk Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 145 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tabel 5.33 | Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0-2,8%). | 147 |
| Tabel 5.34 | Tabel Variasi dan Nilai Optimum Dominan (Untuk Variasi 0-2,8%) | 147 |
| Tabel 5.35 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 0,0%..... | 151 |
| Tabel 5.36 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 2,4%..... | 152 |
| Tabel 5.37 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 2,6%..... | 153 |
| Tabel 5.38 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 2,8%..... | 154 |
| Tabel 5.39 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik belah Variasi 0,0%..... | 157 |
| Tabel 5.40 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik belah Variasi 2,4%..... | 157 |
| Tabel 5.41 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik belah Variasi 2,6%..... | 158 |
| Tabel 5.42 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik belah Variasi 2,8%..... | 158 |
| Tabel 5.43 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Variasi 0,0%..... | 161 |
| Tabel 5.44 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Variasi 2,4%..... | 161 |
| Tabel 5.45 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Variasi 2,6%..... | 162 |
| Tabel 5.46 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Variasi 2,8%..... | 162 |
| Tabel 5.47 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 0,0%..... | 166 |
| Tabel 5.48 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 2,4%..... | 166 |
| Tabel 5.49 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 2,6%..... | 167 |
| Tabel 5.50 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 2,6%..... | 167 |
| Tabel 5.51 | Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 0,0%..... | 170 |
| Tabel 5.52 | Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 2,4%..... | 170 |
| Tabel 5.53 | Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 2,6%..... | 171 |
| Tabel 5.54 | Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 2,8%..... | 171 |
| Tabel 5.55 | Data Hasil Pengujian Workabilitas variasi 0%..... | 173 |
| Tabel 5.56 | Data Hasil Pengujian Workabilitas variasi 2,4%..... | 173 |
| Tabel 5.57 | Data Hasil Pengujian Workabilitas variasi 2,6%..... | 173 |
| Tabel 5.58 | Data Hasil Pengujian Workabilitas variasi 2,8%..... | 173 |
| Tabel 5.59 | Data Pengujian Kuat Tekan..... | 174 |
| Tabel 5.60 | Interval Kepercayaan Kuat Tekan | 176 |
| Tabel 5.61 | Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Pengujian Interval..... | 176 |
| Tabel 5.62 | Data Pengujian Kuat tarik belah..... | 177 |
| Tabel 5.63 | Interval Kepercayaan Kuat tarik belah | 178 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tabel 5.64 | Interval Kepercayaan Kuat tarik belah Setelah Pengujian Interval Kepercayaan..... | 178 |
| Tabel 5.65 | Data Pengujian Kuat Tarik Lentur..... | 179 |
| Tabel 5.66 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur..... | 180 |
| Tabel 5.63 | Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Setelah Pengujian Interval Kepercayaan..... | 180 |
| Tabel 5.67 | Data Pengujian Modulus Elastisitas | 181 |
| Tabel 5.68 | Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas | 182 |
| Tabel 5.69 | Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan..... | 182 |
| Tabel 5.70 | Data Pengujian Porositas | 183 |
| Tabel 5.71 | Interval Kepercayaan Porositas | 184 |
| Tabel 5.72 | Interval Kepercayaan Porositas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan..... | 184 |
| Tabel 5.73. | Ganti data Pengujian Workabilitas..... | 185 |
| Tabel 5.74. | Interval Kepercayaan Workabilitas | 186 |
| Tabel 5.75 | Interval Kepercayaan Workabilitas | 186 |
| Tabel 5.76 | Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Setelah Penyortiran | 188 |
| Tabel 5.77 | Analisa Varian Untuk Kuat Tekan | 190 |
| Tabel 5.78 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik belah Setelah Penyortiran | 192 |
| Tabel 5.79 | Analisa Varian Untuk Kuat tarik belah | 194 |
| Tabel 5.80 | Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Beton Setelah Penyortiran 196 | |
| Tabel 5.81 | Analisa Varian Untuk Kuat Tekan Lentur..... | 198 |
| Tabel 5.82 | Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Penyortiran | 200 |
| Tabel 5.83 | Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas..... | 202 |
| Tabel 5.84 | Data Hasil Pengujian Porositas Setelah Penyortiran | 204 |
| Tabel 5.85 | Analisa Varian Untuk Porositas | 206 |
| Tabel 5.86. | Data Hasil Pengujian Workabilitas Stelah Penyortiran..... | 208 |
| Tabel 5.87. | Analisa Varian Untuk Uji Workabilitas | 210 |
| Tabel 5.88 | Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan | 211 |
| Tabel 5.89 | Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat tarik belah | 214 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Tabel 5.90 | Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat tarik belah | 215 |
| Tabel 5.91 | Tabel Nilai Regresi Untuk Modulus Elastisitas | 217 |
| Tabel 5.92 | Tabel Nilai Regresi Untuk Porositas | 218 |
| Tabel 5.93 | Tabel Nilai Regresi Untuk Workabilitas | 220 |
| Tabel 5.94 | Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 223 |
| Tabel 5.95 | Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 223 |
| Tabel 5.96 | Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0-2,8%). | 224 |
| Tabel 5.97 | Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0-2,8%) | 225 |

DAFTAR GRAFIK

| | | |
|--------------|---|-----|
| Grafik 4.1. | Grafik hubungan kekuatan tekan dengan W/C..... | 94 |
| Grafik 4.18. | Penentuan Prosentase agregat halus untuk diameter maks 20 mm..... | 95 |
| Grafik 4.19. | Perkiraan berat jenis beton segar | 99 |
| Grafik 5.1. | Analisa Regresi Kuat Tekan Mortar (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 135 |
| Grafik 5.2. | Analisa Regresi Kuat Tekan Mortar (Variasi 0-2,8%) | 136 |
| Grafik 5.3. | Analisa Regresi Kuat Tarik Aksial Mortar (Variasi 0 ;2,4;2,6;2,8%)..... | 139 |
| Grafik 5.4. | Analisa Regresi Kuat Tarik Aksial Mortar (Variasi 0 - 2,8%) | 140 |
| Grafik 5.5. | Analisa Regresi Kuat Lentur Mortar (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 143 |
| Grafik 5.6. | Analisa Regresi Untuk Kuat Lentur Mortar (Variasi 0-2,8%) | 144 |
| Grafik 5.7. | Kuat Tekan Beton Variasi 0% | 151 |
| Grafik 5.8. | Kuat Tekan Beton Variasi 2,4% | 152 |
| Grafik 5.9. | Kuat Tekan Beton Variasi 2,6% | 153 |
| Grafik 5.10. | Kuat Tekan Beton Variasi 2,8% | 154 |
| Grafik 5.11. | Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 213 |
| Grafik 5.12. | Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan (Variasi 0 – 2,8%) | 213 |
| Grafik 5.13. | Analisa Regresi Kuat Tekan Belah (Variasi 0;2,4;2,6;2,8 %) | 214 |
| Grafik 5.14. | Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan Belah (Variasi 0 – 2,8%) | 215 |
| Grafik 5.15. | Analisa Regresi Untuk Kuat Lentur (Variasi 0 ;2,4;2,6;2,8%) | 216 |
| Grafik 5.16. | Analisa Regresi Untuk Kuat Lentur (Variasi 0 – 2,8%)..... | 216 |
| Grafik 5.17. | Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 217 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| Grafik 5.18. | Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas (Variasi 0 – 2,8%) | 218 |
| Grafik 5.19. | Analisa Regresi Untuk Porositas (Variasi 0 – 1,6%)..... | 219 |
| Grafik 5.20. | Analisa Regresi Untuk Porositas (Variasi 0 – 2,8%) | 219 |
| Grafik 5.21. | Analisa Regresi Untuk Compacting (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%) | 220 |
| Grafik 5.22. | Analisa Regresi Untuk Workabilitas (Variasi 0 – 2,8%) | 221 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|-------------|--|
| A | = Luas permukaan benda uji (mm^2) |
| b | = Lebar balok (mm) |
| B | = Berat Picnometer diisi air pada 25°c |
| Ba | = Berat contoh didalam air |
| Bj air | = Berat jenis air 1 gr/ml |
| Bj | = Berat Jenis air gr/ml |
| Bk | = Berat contoh kering oven |
| Bt | = Berat picnometer + contoh SSD + air (25°c) |
| d | = Diameter silinder benda uji (mm) |
| \square | = Regangan (perbandingan antara perubahan panjang dan panjang benda uji) |
| Ec | = Modulus Elastisitas (Mpa) |
| Et | = Modulus Elastisitas Teoritis (Mpa) |
| $f'c$ | = Tegangan Hancur (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 prlakuan |
| L | = Panjang benda uji (mm) |
| P | = Beban Maksimum (N) |
| t | = Tinggi balok (mm) |
| V | = Isi wadah (cm^3) |
| V benda uji | = Volume benda uji (cm^3 , dimana ; 1ml = 1cm^3) |

- Wa** = Berat benda uji Keadaan Kering oven
- Wssd** = Berat benda uji keadaan Saturated Surface Dry (SSD) atau jenuh Permukaan kering (gr0)
- μ** = Nilai rata-rata variabel tak bebas dalam suatu kelompok perlakuan
- ΔL** = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|--------------|---|----|
| Gambar 2.1. | Ilustrasi Kuat Tekan Karakteristik Silinder Beton..... | 22 |
| Gambar 2.2. | Ilustrasi Kuat Tarik Belah Silinder Beton | 23 |
| Gambar 2.3. | Ilustrasi Kuat Lentur Balok Beton..... | 24 |
| Gambar 2.4. | Ilustrasi Modulus Elastisitas..... | 25 |
| Gambar 3.1. | Peralatan Slump Test | 37 |
| Gambar 3.2. | Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat | 40 |
| Gambar 3.3. | Aparatus Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus | 44 |
| Gambar 3.4. | Aparatus pemeriksaan Bahan lolos saringan no.200 | 46 |
| Gambar 3.5. | Aparatus untuk Pemeriksaan Kadar Air Agregat | 50 |
| Gambar 3.6. | Aparatus Pemeriksaan Mortar semen | 55 |
| Gambar 3.7. | Pengujian Kuat Tekan Mortar | 59 |
| Gambar 3.8. | Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar | 60 |
| Gambar 3.9. | Pengujian Kuat Taik Lentur Mortar | 61 |
| Gambar 3.10. | Pengujian Slump..... | 63 |
| Gambar 3.11. | Aparatus Compacted Factor Test..... | 65 |
| Gambar 3.12. | Alat Uji Kuat Tekan..... | 68 |
| Gambar 3.13. | Pengujian Kuat Tekan..... | 70 |
| Gambar 3.14. | Pengujian Tarik Belah Beton..... | 71 |
| Gambar 3.15. | Pengujian Tarik Lentur I..... | 72 |
| Gambar 3.16. | Pengujian Tarik Lentur II | 73 |
| Gambar 3.17. | Pengujian Tarik Lentur III | 74 |
| Gambar 3.18. | Pengujian Porositas..... | 75 |
| Gambar 3.19. | Pengujian Modulus Elastisitas..... | 77 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 3.20. Bagan Alir Proses Penelitian | 78 |
| Gambar 4.1. Gelas Ukur | 87 |
| Gambar 5.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar | 104 |
| Gambar 5.2. Pengujian Tarik Aksial Mortar | 107 |
| Gambar 5.3. Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar | 110 |
| Gambar 5.4. Pengujian Kuat Tekan Beton | 148 |
| Gambar 5.5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton | 155 |
| Gambar 5.6. Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Benda Uji I (variasi 0%) | 159 |
| Gambar 5.7. Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Benda Uji II (variasi 0%) | 160 |
| Gambar 5.8. Pengujian Modulus Elastisitas | 163 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang tingkat pembangunan dibidang strukturnya berkembang pesat, seperti halnya gedung-gedung bertingkat sampai perumahan sederhana, jembatan, jalan raya, tower, dan sebagainya.

Beton merupakan salah satu material yang sering digunakan sebagai bahan utama dalam konstruksi bangunan. Beton cenderung menjadi pilihan unggulan karena memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan material lain, antara lain dapat dibentuk dengan mudah sesuai dengan bentuk konstruksi yang diinginkan, harga yang ekonomis, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur tinggi, tahan terhadap pengkaratan, serta biaya perawatan yang murah. Namun beton juga memiliki beberapa kelemahan salah satunya adalah pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi. Untuk itu dalam proses pembuatan beton harus memperhatikan sifat dan karakteristik dari beton itu sendiri.

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi. Dari sifat yang dimiliki beton itulah menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk dikembangkan baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya.

Telah banyak sumber dari hasil-hasil penelitian didapat mengenai beton agar bisa menekan kekurangan-kekurangannya dan meningkatkan kelebihan-kelebihannya baik dengan memberikan bahan ganti maupun bahan tambahan. Dalam penelitian yang kami lakukan ini mencoba untuk mengetahui sifat dari beton tersebut baik sifat mekanik maupun sifat fisiknya. Adapun bahan tambahan yang biasa digunakan untuk meningkatkan kelebihan-kelebihan pada beton adalah fly ash, super plasticizer, silica, dan lain-lain.

Dalam penelitian ini, kami menggunakan bahan tambahan tetes tebu. Tetes tebu adalah hasil sampingan atau limbah dari pabrik gula yang biasanya digunakan untuk bahan olahan alkohol dan sejenisnya. Untuk itu dari segi komposisi antara tetes tebu dan gula pasir tidak jauh beda. Berdasarkan referensi yang ada, bahan tambahan kimia pembantu yang berbahan dasar gula memiliki fungsi sebagai water reducer (pengurang air) dan retarder (memperlambat pengikatan). Selain itu beberapa senyawa kimia dari komposisi bahan mineral pembantu seperti fly ash, silika fume, dan superplastizer terdapat juga pada komposisi tetes tebu yang pada umumnya memiliki senyawa kimia NH^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , SiO_2 , CaO , CO_3^{2-} dan Na_2SO_4 yang mudah larut dalam air. Bahan tambahan yang mengandung komposisi gula dapat digunakan sebagai bahan yang berfungsi sebagai water reducing admixture dan retarding admixture, semuanya itu merupakan beberapa jenis dari admixture pada beton.

(Sumber :Yudhantoro, Khrisna Deny. 2007.Pengaruh Tetes Dalam Adukan Terhadap Kuat Tekan Spesi / <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TS/article/view/3186>)

Berdasarkan Uraian di atas dilakukan suatu penelitian dengan judul Studi Penelitian Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Tetes Tebu (Variasi Kadar 2,4 % - 2,8%) terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Beton Pada Mutu 25 MPa.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti, antara lain :

1. Adakah pengaruh penambahan tetes tebu dengan variasi 2,4 % - 2,8% terhadap sifat fisis dan mekanis beton pada mutu 25 Mpa ?
2. Berapa variasi yang menghasilkan nilai maksimum pada variasi tetes tebu 2,4 % - 2,8% ?
3. Berapa nilai optimum dari penambahan variasi tetes tebu 2,4% -2,8%?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan tetes tebu dengan variasi 2,4 % - 2,8% terhadap sifat fisis dan mekanis beton pada mutu 25 Mpa.
2. Untuk mengetahui nilai maksimum pada variasi 2,4 % - 2,8%.
3. Untuk mengetahui nilai optimum dari dari variasi 2,4 % - 2,8%.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk peneliti

Sebagai salah satu kesempatan untuk menerapkan pengetahuan di bidang teknologi, khususnya pada teknologi bahan konstruksi beton, sehingga dapat memperluas wawasan keilmuan.

2. Untuk praktisi dan instansi terkait.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan serta memberikan informasi tentang sifat mekanis dan sifat fisis dari variasi sampel beton dengan penambahan tetes tebu.

1.5. Ruang Lingkup Bahasan

Ruang lingkup bahasan yang ditinjau adalah :

1. Besar pengaruh bahan tambahan tetes tebu terhadap sifat mekanis dan fisis pada mutu beton 25 Mpa
2. Besar variasi yang menghasilkan nilai maksimum pada variasi tetes tebu 2,4 % - 2,8%
3. Besar nilai optimum dari penambahan variasi tetes tebu 2,4% -2,8%

1.6. Batasan Penelitian

Untuk membatasi penelitian dan memberikan langkah-langkah sistematis, maka lingkup permasalahan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

- Agregat halus yang digunakan adalah pasir lumajang.
- Agregat kasar digunakan batu ukuran 5 – 10 mm.
- Bahan tambahan yang digunakan adalah tetes tebu.
- Variasi tetes tebu 2,4% - 2,8 %

- Untuk variasi tetes tebu 1,2% - 1,6 % diperoleh dari data I Putu Yudistya Bagus Sayoga dan variasi tetes tebu 1,8% – 2,2% diperoleh dari data Deddy Kurniawan.
- Skala penelitian disesuaikan dengan persyaratan dan ketentuan laboratorium.
- Analisa kekuatan beton karakteristik ($f'c$) adalah hasil percobaan.
- Pemeriksaan agregat yang dilakukan adalah :
 1. Berat isi.
 2. Analisa saringan agregat halus dan kasar.
 3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus.
 4. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
 5. Keausan agregat.
- Perencanaan campuran beton dengan metode DOE (Departemen Of Environment).

1.7. Hipotesis

Hipotesis adalah dugaan sementara dari suatu persoalan yang diajukan secara ilmiah dimana jawaban tersebut dapat dibuktikan kebenarannya.

Pada penelitian ini digunakan hipotesis alternatif (H_a), sehingga rumusan hipotesisnya adalah :

“Terdapat pengaruh penggunaan bahan tambahan tetes tebu pada pencampuran beton mutu 25 MPa baik secara fisis maupun mekanis”

Sedangkan hipotesis statistiknya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$H_a = H_b \neq H_{t1} \neq H_{t2} \neq H_{t3}$$

$$H_0 = H_b = H_{t1} = H_{t2} = H_{t3}$$

Dimana :

Hb = Campuran beton normal (variasi tetes tebu 0%)

Ht1 = Campuran beton dengan bahan tambahan tetes tebu variasi 2,4%

Ht2 = Campuran beton dengan bahan tambahan tetes tebu variasi 2,6%

Ht3 = Campuran beton dengan bahan tambahan tetes tebu variasi 2,8%

1.8. Analisa Varian

Dari hasil pengujian, data yang diperoleh nantinya akan dianalisa dengan menggunakan analisa varian satu arah, yang merupakan nilai pengamatan ulang dari masing-masing perlakuan, dengan anggapan bahwa pengamatan dari i sampai ke n dianggap mempunyai nilai yang heterogen.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pengertian Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (portland cement), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (admixture atau additive).

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah : a). Kualitas semen, b). proporsi semen terhadap campuran, c). Kekuatan dan kebersihan agregat, d). Interaksi atau adhesi antara pasta semen dan agregat, e). Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, f). Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton, g). Perawatan beton, dan h). Kandungan klorida tidak melebihi 0,15% dalam beton yang diekspos dan 1% bagi beton yang tidak diekspos (Nawy, 1985:24)

Kelebihan beton :

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- b. Mampu memikul beban yang berat
- c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil

Kekurangan beton :

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
- c. Berat
- d. Daya pantul suara yang besar

2.2. Bahan-Bahan Penyusun Beton

a. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keaetan beton yang dihasilkan. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25%-40%, dan agregat (agregat halus dan kasar) sekitar 60%-75%.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen. Jika ditambah agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (concrete).

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu : 1). Semen non-hidrolik dan 2). Semen hidrolik. Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur. Sedangkan semen hidrolik mempunyai kemampuan mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozollan, semen

terak, semen alam, semen portland, semen portlan-pozollan, semen Portland terak tenur tinggi, semen alumina, dan semen expansif. Contoh lainnya adalah semen Portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus.

Semen yang digunakan untuk penilitaian kali ini adalah semen Portland. Adapun definisi dari semen Portland adalah sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantar butir-butir agregat.

Sifat dan Karakteristik Semen Portland

Semen yang satu dapat dibedakan dengan semen lainnya berdasarkan susunan kimianya maupun kehalusan butirnya. Perbandingan bahan-bahan utama penyusun semen Portland adalah kapur (CaO) sekitar 60%-65%, silica (SiO₂) sekitar 20%-25%, dan oksida besi serta almunia (Fe₂O₃ dan Al₂O₃) sekitar 7%-12%. Sifat-sifat semen Portland dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sifat fisika dan sifat kimia.

- Sifat Fisika Semen Portland

- Kehalusan Butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Wktu pengikatan (setting time) menjadi semakinlama jika butir

semen lebih kasar. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat mengurangi terjadinya bleeding atau naiknya air ke permukaan, tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

- **Kepadatan (density)**

Berat jenis semen yang diisyaratkan oleh ASTM adalah $3,15 \text{ Mg/m}^3$. Pada kenyataannya, berat jenis semen yang diproduksi berkisar antara $3,05 \text{ Mg/m}^3$ sampai $3,25 \text{ Mg/m}^3$. Variasi ini akan berpengaruh pada proporsi campuran semen dalam campuran.

- **Konsistensi**

Konsistensi semen Portland lebih banyak pengaruhnya pada saat pencampuran awal, yaitu pada saat terjadi pengikatan yaitu sampai pada saat beton mengeras.

- **Waktu Pengikatan**

Waktu ikat adalah waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, dihitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Waktu ikat semen dibedakan menjadi dua : 1). Waktu ikat awal (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dengan air menjadi pasta semen hingga hilangnya sifat keplastisan, 2). Waktu ikatan akhir (*final setting time*) yaitu waktu antar terbentuknya pasta semen hingga beton mengeras. Pada semen Portland *initial setting time* berkisar 1,0-2,0 jam,

tetapi tidak boleh kurang dari 1,0 jam, sedangkan *final setting time* tidak boleh lebih kurang dari 8,0 jam.

- Panas Hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang terjadi pada saat semen bereaksi dengan air, dinyatakan dalam kalori/gram.

- Perubahan Volume (Kekalan)

Kekalan pasta semen yang telah mengeras merupakan suatu ukuran yang menyatakan kemampuan pengembangan bahan-bahan campurannya dan kemampuannya untuk mempertahankan volume setelah pengikatan terjadi. Ketidakkekalan semen disebabkan oleh terlalu banyaknya jumlah kapur bebas yang pembakarannya tidak sempurna serta magnesia yang terdapat dalam campuran tersebut.

- Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan semen diuji dengan cara membuat mortas yang kemudian ditekan sampai hancur

- Sifat dan Karakteristik Kimia Semen Portland

- Senyawa Kimia

Secara garis besar, ada 4 (empat) senyawa kimia utama yang menyusun semen Portland, yaitu:

- ✓ Trikalsium Silikat ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_3S
- ✓ Dikalsium Silikat ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) yang disingkat menjadi C_2S

- ✓ Trikalsium Aluminat ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$)
- ✓ Tetrakalsium aluminoferrit ($4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$) yang disingkat C_4Af .

Kandungan senyawa yang terdapat dalam semen akan membentuk karakter dan jenis semen. Peraturan Beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989) dalam ulasannya di halaman1, membagi semen Portland menjadi lima jenis (SK.SNI T-15-1990-03:2) yaitu:

- Tipe I, semen Portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
 - Tipe II, semen portlan yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
 - Tipe III, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi dalam fase permulaan setelah pengikatan terjadi.
 - Tipe IV, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah
 - Tipe V, semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.
- Sifat Kimia
 - Kesegaran Semen

Kehilangan berat dari semen merupakan ukuran dari kesegaran merupakan ukuran dari kesegaran semen.

Pemeriksaan kesegaran semen dilakukan dengan cara mengambil satu gram semen dan menempatkannya dalam platina bertemperatur $900-1000^{\circ}\text{C}$, selama 15 menit. Dalam keadaan normal, akan terjadi kehilangan berat sekitar 2% (batas maksimum sekitar 4%)

➤ Sisa yang Tak Larut (Insoluble Residue)

Sisa bahan yang tak habis bereaksi adalah sisa bahan tak aktif yang terdapat pada semen. Semakin sedikit sisa bahan ini, semakin baik kualitas semen. Jumlah maksimum sisa tak larut yang dipersyaratkan adalah 0,85%.

➤ Panas Hidrasi Semen

Hidrasi terjadi jika semen bersentuhan dengan air. Selama proses hidrasi berlangsung, akan keluar panas yang dinamakan panas hidrasi.

➤ Kekuatan Pasta Semen dan Faktor Air Semen (FAS)

Banyaknya air yang dipakai mempengaruhi karakteristik kekuatan beton jadi. Pada dasarnya jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi tersebut adalah sekitar 25% dari berat semen. Jika air yang digunakan kurang dari 25%, maka kelecakan atau kemudahan dalam pengerjaan tidak akan tercapai. Beton yang memiliki workability didefinisikan sebagai beton yang dapat dengan mudah dikerjakan atau dituangkan (poured) ke dalam cetakan (forms, molds) dan dapat dengan mudah dibentuk.

Kekuatan beton akan turun jika air yang ditambahkan ke dalam campuran semakin banyak. Faktor Air Semen (FAS) atau water cement ratio (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton. Faktor air semen adalah berat air dibagi dengan berat semen.

b. Air

Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Pada dasarnya jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi adalah sekitar 25% dari berat semen. Kekuatan beton akan turun jika air yang ditambahkan ke dalam campuran semakin banyak. Karena itu penambahan air harus dilakukan sedikit demi sedikit sampai nilai maksimum yang tercantum dalam rencana tercapai. Adapun syarat pemilihan air untuk bahan campuran beton adalah :

1. Air yang digunakan untuk campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
2. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau pada beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - a. Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
 - b. Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan "Metode uji tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)" (ASTM C 109, SNI 03-2847-2002, hal: 15)

c. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5.0 mm. (SNI 03-2847-2002 : 4). Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (ditentukan terhadap berat kering). Yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur 5% maka agregat halus dicuci. Agregat halus juga tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.

d. Agregat Kasar (Kerikil dan Batu Pecah)

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. (SNI 03-2847-2002, hal: 4). Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering) yang diartikan dengan lumpur adalah bagian-bagian yang dapat melalui ayakan 0,063 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton seperti zat-zat yang reaktif alkali.

e. Bahan Tambahan

Bahan tambahan (zat additive atau zat admixture) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat-sifat dari beton agar menjadi lebih cocok untuk pekerjaan tertentu atau untuk menghemat biaya selain dapat digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dikerjakan dengan mudah, penghematan, atau tujuan lain seperti untuk penghematan energi. Manfaat dari penggunaan tambahan ini perlu dibuktikan dengan menggunakan bahan agregat dan jenis semen yang sama dengan bahan tambahan yang akan dipakai dalam hal ini bahan tambahan harus memenuhi ketentuan dari SNI.

Adapun syarat-syarat bahan tambahan menurut SNI-03-2847-2002 hal. 18 adalah:

1. Bahan tambahan yang digunakan pada beton harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari pengawas lapangan.
2. Untuk keseluruhan pekerjaan, bahan tambahan yang digunakan harus mampu secara konsisiten menghasilkan komposisi dan kinerja yang sama dengan yang dihasilkan oleh produk yang digunakan dalam menentukan proporsi campuran beton
3. Kalsium klorida atau bahan tambahan yang mengandung klorida tidak boleh digunakan pada beton prategang, pada beton dengan aluminium tertana, atau pada beton yang dicor dengan menggunakan bekisting baja galvanis.
4. Bahan tambahan pembentuk gelembung udara harus memenuhi SNI 03-2496-1991, Spesifikasi bahan tambahan pembentuk gelembung untuk beton.
5. Bahan tambahan pengurang air, penghambat reaksi hidrasi beton, pemercepat reaksi hidrasi beton, gabungan pengurang air dan penghambat reaksi hidrasi beton dan gabungan pengurang air dan pemercepat reaksi beton harus memenuhi “Spesifikasi bahan tambahan kimiawi untuk beton” (ASTM C 494) atau “Spesifikasi bahan tambahan kimiawi untuk menghasilkan beton dengan kelecakan yang tinggi” (ASTM C 1017).
6. Abu terbang atau bahan pozzolan lainnya yang digunakan sebagai bahan tambahan harus memenuhi “spesifikasi untuk

abu terbang dan pozzolan almi murni atau terkalsinasi untuk digunakan sebagai bahan tambahan mineral pada beton semen porland” (ASTM C 618).

7. Kerak tungku pijar yang diperhalus yang digunakan sebagai bahan tambahan harus memenuhi “Spesifikasi untuk kerak tungku pijar yang diperhalus untuk digunakan pada beton dan mortar” (ASTM C 989).
8. Bahan tambahan yang digunakan pada beton yang mengandung semen ekspansif (ASTM C 845) harus cocok dengan semen yang digunakan tersebut dan menghasilkan pengaruh yang tidak merugikan.
9. Silica fume yang digunakan sebagai bahan tambahan harus sesuai dengan “Spesifikasi untuk silica fume untuk digunakan pada beton dan mortar semen-hidrolis” (ASTM C 1240).

2.3. Mix Design (Metode DOE)

Perencanaan adukan (*Mix Design*) beton dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang sebaik-baiknya, yang antara lain dapat diuraikan sebagai berikut :

- a) Kuat tekannya tinggi.
- b) Mudah dikerjakan.
- c) Tahan lama (awet).
- d) Murah.
- e) Tahan aus.

Di Indonesia cara ini dikenal dengan cara DOE (*department Environment*). Perancangan dengan cara DOE ini dipakai sebagai standart perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia, dan dibuat dalam buku peraturan standart SNI 03-2834-1993 dengan judul bukunya : “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”. Dalam perencanaan ini digunakan tabel-tabel dan grafik-grafik.

2.4. Perawatan Beton

Perawatan beton adalah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton tetap segar dan lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen (reaksi semen dan pasir) berlangsung secara sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat, dan juga timbul retak-retak. Selain itu, kelembaban tadi juga menambah beton lebih tahan cuaca dan lebih kedap air. Adapun beberapa cara perawatan beton ialah :

- a. Menaruh beton segar di dalam ruangan lembab.
- b. Menaruh beton segar di atas genangan air.
- c. Menaruh beton segar di dalam air.
- d. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
- e. Menggenangi permukaan beton dengan air.
- f. Menyirami permukaan beton setiap saat secara terus-menerus.

Cara a, b, dan c dilakukan terhadap contoh beton yang berbentuk kubus atau silinder, adapun cara d, e, dan f dilakukan untuk beton segar yang dituang di lapangan / di proyek.

2.5. Sifat-Sifat Beton

1. Sifat Fisis

Yang termasuk dari sifat fisis beton adalah :

- Kemudahan Pengerjaan (Workability)

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

Untuk pengujian workabilitas ini dilakukan dengan 2 cara yaitu test slump dan tes faktor kepadatan (compacted factor test).

- Segregation (Pemisahan Kerikil)

Kecendrungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan segregasi. Hal ini akan menyebabkan sarang kerikil yang pada akhirnya akan menyebabkan kropos pada beton.

- Bleeding

Kecendrungan air untuk naik kepermukaan pada beton yang baru dipadatkan dinamakan bleeding. Air yang naik ini secara kapilaritas membawa semen dan butir-butir halus pasir, yang pada saat beton mengeras nantinya akan membentuk selaput (lightance).

- Porositas

Hubungan porositas dengan kekedapan dan keawetan beton sangatlah erat, karena beton yang awet dapat diperoleh dengan beton yang berporositas minimum. Rumus yang dipakai untuk menghitung porositas adalah

$$\text{Volume Pori Terbuka (Vp)} = \frac{W_{ssd} - W_a}{B_j \text{ Air}}$$

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

Dimana :

W_{ssd} = berat benda uji keadaan SSD (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, 1 ml = 1 cm³)

2. Sifat Mekanis

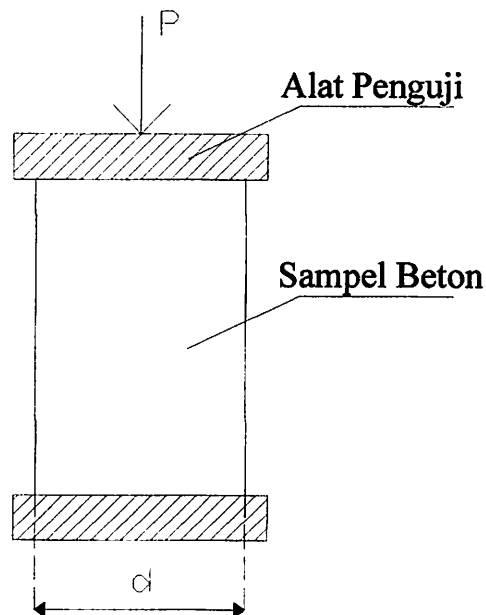
3. Kuat Tekan Karakteristik

Nilai kuat tekan beton sangat identik dengan mutu beton yang diinginkan. Kuat tekan beton diambil berdasarkan kuat tekan pada umur 28 hari, karena nilai kuat tekan pada umur sebelum 28 hari banyak dipengaruhi oleh jalannya proses reaksi C₃S dan C₂S 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 tekan beton yang dicapai.

Rumus yang digunakan dalam pengujian kuat tekan beton ini adalah :

$$f'_c = \frac{P \times \text{Faktor bentuk}}{A \times F_u}$$

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$



Gambar 2.1. Ilustrasi Kuat Tekan Karakteristik Silinder Beton

Keterangan :

$f'c$ = kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = beban maksimal (kg)

A = luas penampang benda uji (cm^2)

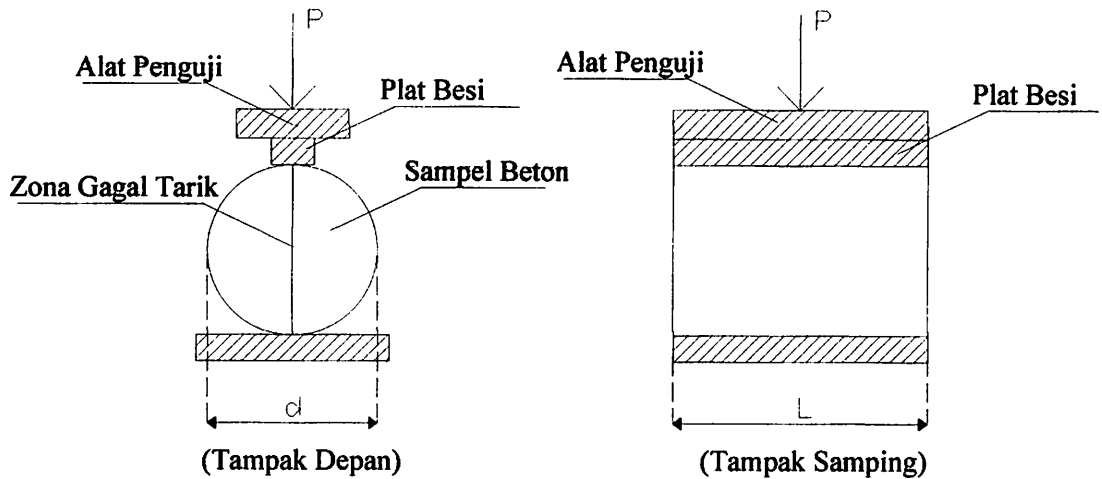
F_u = faktor umur (terlampir)

Nilai $f'cr$ yang dihasilkan tidak boleh kurang dari $f'c + 1,34s$
atau $f'c + 2,33s - 3,5 \cdot s$ adalah standar deviasi.

4. Kuat Tarik belah

Kuat tarik belah dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{2.P}{\pi.L.d}$$



Gambar 2.2. Ilustrasi Kuat Tarik belah Silinder Beton

Keterangan :

σ = Kuat tarik belah (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

L = Tinggi/panjang benda uji (cm)

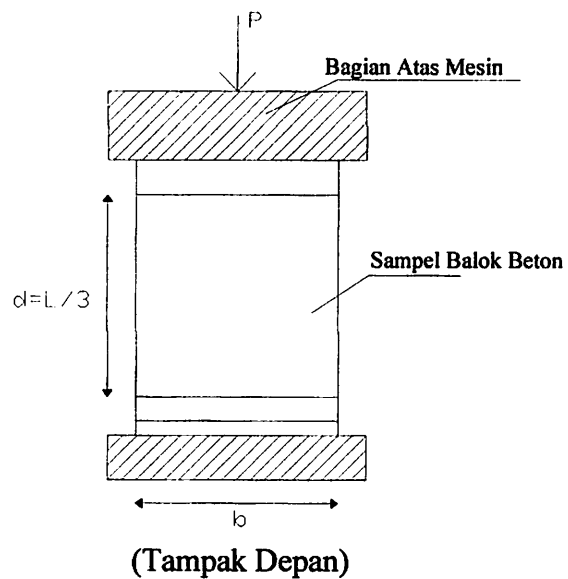
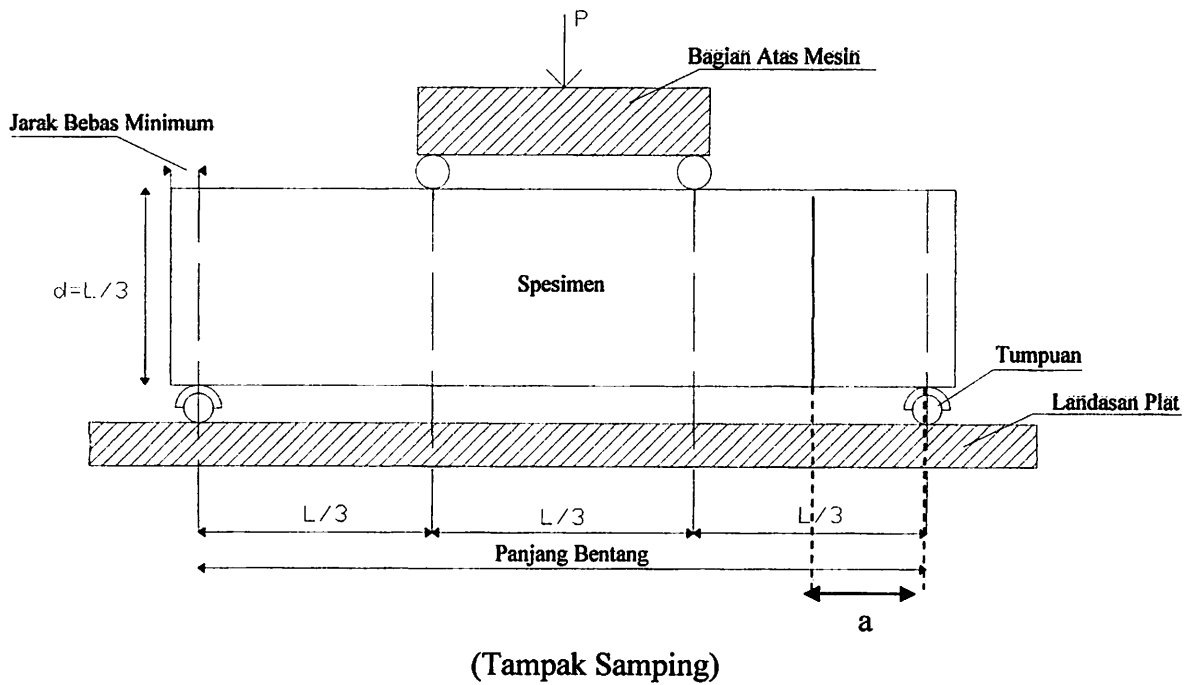
d = Diameter (cm)

5. Kuat Tarik Lentur

Adapun persamaan yang digunakan adalah :

$$f_r = \frac{P.L}{b.d^2} \text{ (Jika keruntuhan terjadi di bagian tengah bentang)}$$

$$f_r = \frac{3.P.a}{b.d^2} \text{ (Jika keruntuhan terjadi pada bagian tarik di luar tengah bentang)}$$



Gambar 2.3. Ilustrasi Kuat Lentur Balok Beton

Keterangan :

f_r = kekuatan tarik lentur (kg/cm^2)

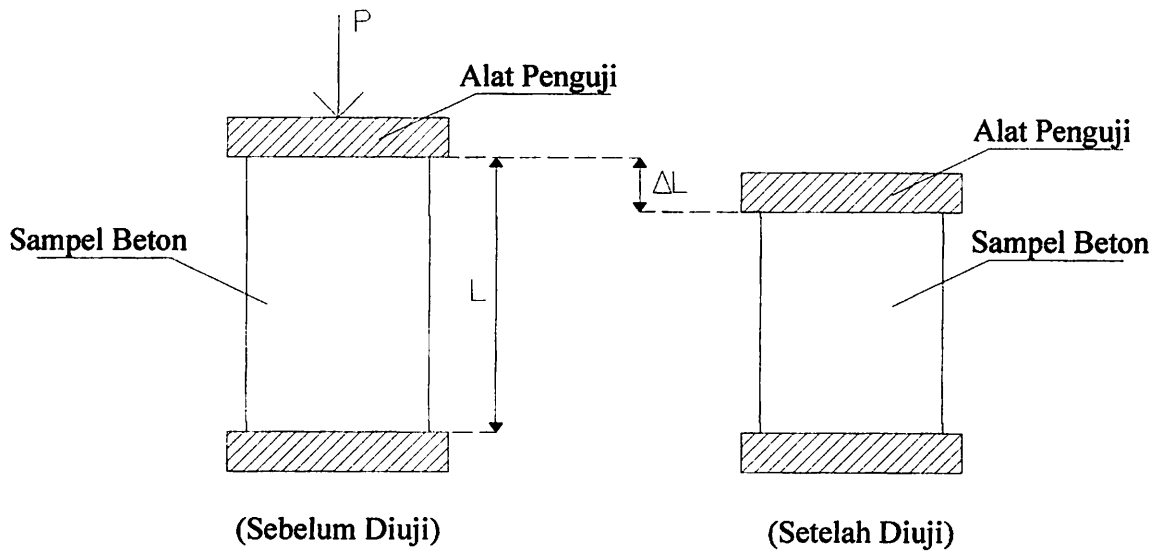
P = beban maksimum (kg)

L = Panjang maksimum benda uji (cm)

- b = lebar benda uji (cm)
- d = tinggi benda uji (cm)
- a = jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik (cm)

6. Modulus Elastisitas

$$Ec = \frac{fc}{\epsilon} \gg \gg \epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$



Gambar 2.4. Ilustrasi Modulus Elastisitas

Keterangan :

- Ec = Modulus Elastisitas (kg/cm^2)
- ϵ = regangan
- L = tinggi benda uji (cm)
- ΔL = perubahan tinggi benda uji (cm)

2.6. Tetes Tebu

- a. Pengertian Tetes Tebu

Tetes atau molasses merupakan produk sisa pada proses pembuatan gula. Tetes diperoleh dari hasil pemisahan sirop low grade dimana gula dalam sirop tersebut tidak dapat dikristalkan lagi. Pada pemrosesan gula tetes yang dihasilkan sekitar 5 – 6 % tebu, sehingga untuk pabrik dengan kapasitas 6000 ton tebu per hari menghasilkan tetes sekitar 300 ton sampai 360 ton tetes per hari. Walaupun masih mengandung gula, tetes sangat tidak layak untuk dikonsumsi karena mengandung kotoran-kotoran bukan gula yang membahayakan kesehatan. Penggunaan tetes sebagian besar untuk industri fermentasi seperti alcohol, pabrik MSG, pabrik pakan ternak dll. Karena nilai ekonomisnya masih cukup tinggi pabrik gula biasanya menjual tetes ke industri lainnya.

b. Komposisi Tetes Tebu

Tetes atau molasses merupakan produk sisa (by product) pada proses pembuatan gula. Tetes diperoleh dari hasil pemisahan sirop low grade dimana gula dalam sirop tersebut tidak dapat dikristalkan lagi. Pada pemrosesan gula tetes yang dihasilkan sekitar 5 – 6 % tebu, sehingga untuk pabrik dengan kapasitas 6000 ton tebu per hari menghasilkan tetes sekitar 300 ton sampai 360 ton tetes per hari. Walaupun masih mengandung gula, tetes sangat tidak layak untuk dikonsumsi karena mengandung kotoran-kotoran bukan gula yang membahayakan kesehatan. Penggunaan tetes sebagian besar untuk industri fermentasi seperti alcohol, pabrik MSG, pabrik pakan ternak

dll. Karena nilai ekonomisnya masih cukup tinggi pabrik gula biasanya menjual tetes ke industri lainnya.

Secara umum tetes yang keluar dari sentrifugal mempunyai brix 85 – 92 dengan zat kering 77 – 84 %. Sukrosa yang terdapat dalam tetes bervariasi antara 25 – 40 %, dan kadar gula reduksi nya 12 – 35 %. Untuk tebu yang belum masak biasanya kadar gula reduksi tetes lebih besar daripada tebu yang sudah masak. Komposisi yang penting dalam tetes adalah TSAI (Total Sugar as Inverti) yaitu gabungan dari sukrosa dan gula reduksi. Kadar TSAI dalam tetes berkisar antara 50 – 65 %. Angka TSAI ini sangat penting bagi industri fermentasi karena semakin besar TSAI akan semakin menguntungkan, sedangkan bagi pabrik gula kadar sukrosa menunjukkan banyaknya kehilangan gula dalam tetes. Semakin kecil kadar sukrosa maka penekanan kehilangan gula semakin optimum. Secara garis besar komposisi tetes ditunjukkan pada tabel berikut.

(Sumber : Cane Sugar Handbook, James J. P.Chen; Chung Chi Cou)

2.7. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berhubungan dengan penggunaan tetes tebu gula ini dilakukan oleh Tri Djoko Sri M (Jurusan Teknik Sipil Universitas Gunadarma) dengan judul **“Perbandingan Pengaruh Tetes Tebu Dan Super Plasticizer Terhadap Daya Kerja Dan Kuat Tekan Beton Rencana K-225”** yang menyimpulkan beton yang menggunakan tetes tebu mempunyai tingkat daya kerja (workability) yang baik dibandingkan *super plasticizer* dan yang tidak menggunakan zat tambahan. Tingkat

keenceran tetes tebu juga lebih baik, karena dari sifatnya, yaitu tetes tebu berfungsi membuat beton mudah dikerjakan kesimpulan lainnya menyatakan bahwa beton yang menggunakan campuran tetes tebu 2% memberikan penurunan nilai kekuatan untuk 28 hari sebesar 7,27 % dibandingkan control sebesar 5,38% untuk konsentrasi 1%.

Penelitian selanjutnya adalah karya Andhika Dwi Kurniawan (Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang) yang berjudul **“Penggunaan tetes tebu sebagai bahan tambahan campuran aspal beton ditinjau dari nilai parameter Marshall”** yang menyimpulkan bahwa nilai stabilitas tertinggi dari campuran tetes tebu diperoleh pada kadar tetes tebu 2 % dengan nilai sebesar 1192,71 kg, campuran aspal terus mengalami penurunan seiring penambahan kadar tetes tebu, nilai flow tertinggi diperoleh pada kadar tetes tebu 2% dengan nilai sebesar 2.33 mm dan mengalami penurunan dan kenaikan tergantung dari kadar tetes tebu yang diberikan.

2.8. Interval Kepercayaan

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 akan dibuang, sehingga tertinggal data-data yang valid yang siap untuk diuji statistik (Sudjana,1982).

Untuk menguji suatu data dengan interval kepercayaan, maka diambil sekelompok data lalu dihitung secara statistik untuk menentukan

titik taksiran. Adapun langkah-langkah untuk menentukan titik taksiran sebagai berikut :

1. Nilai Rata-Rata Simpangan

$$\bar{X} = \frac{(\sum X_{i_{total}})}{N}$$

2. Nilai Varian

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}$$

3. Nilai Simpangan Baku

$$S = \sqrt{S^2}$$

4. Nilai Batas Bawah Dan Batas Atas (Interval)

$$\text{Batas Bawah} = \bar{X} - (t_{0,975} \times \frac{S}{N^{1/2}})$$

$$\text{Batas Atas} = \bar{X} + (t_{0,975} \times \frac{S}{N^{1/2}})$$

Keterangan :

tp = Nilai t didapat dari daftar distribusi student (daftar G)

$$p = \frac{1}{2}(1 + \gamma)$$

γ = Koefisien kepercayaan

dk = $n - 1$

n = Jumlah sampel

Setelah diperoleh nilai batas bawah dan batas atas, maka data yang ada digolongkan sesuai dengan batasan tersebut dan tersebut dapat disimpulkan apakah data tersebut dapat diterima atau ditolak.

2.9. Analisa Hipotesis

Ada dua bentuk hipotesis yaitu :

1. Hipotesis nol (H_0) adalah hipotesis yang menyatakan tidak adanya perbedaan antara dua varian atau lebih.
2. Hipotesis alternatif (H_a) adalah hipotesis yang menyatakan adanya perbedaan antara dua varian atau lebih.

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

a. Distribusi Binominal

Distribusi binominal 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, hasilnya setiap ulangan mungkin muncul sisi gambar atau sisi angka, begitu pula bila kartu diambil berturut-turut, kita dapat memberi label “berhasil” bila kartu yang diambil adalah kartu merah atau “gagal” bila yang diambil adalah kartu hitam. Ulangan-ulangan tersebut bersifat bebas dan peluang keberhasilan setiap ulangan tetap sama, yaitu sebesar setengah. (Ronald E. Walpole)

b. Distribusi Poison

Distribusi poison adalah banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu selang waktu atau daerah tertentu, tidak bergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi pada selang waktu atau daerah lain yang terpisah. Peluang terjadinya suatu 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)

Distribusi normal disebut juga dengan distribusi Gauss yang merupakan 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, yang membedakan hanya sampel yang digunakan sedikit, umumnya kurang dari 33 buah.

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 yang sama. Pengujian beda proporsi hanya untuk 2 populasi namun chi square dapat digunakan untuk populasi yang tidak terbatas. Chi kuadrat juga dapat digunakan untuk menguji apakah dua atribut independen satu sama lain. Dapat juga dilakukan untuk memeriksa ketergantungan dan homogenitas kedua prosedur tersebut

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

f. Distribusi Fisher (F)

Merupakan distribusi yang membandingkan dua varian, uji harga rata-rata tidak mencukupi (deviasi 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 menguji suatu hipotesis yang berdasarkan hasil pengamatan lebih dari 2 sampel. Uji F ini digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat secara simultan.

Untuk menguji suatu hipotesis apakah H_0 diterima dan H_a ditolak atau sebaliknya, maka data-data yang ada diuji menggunakan analisa varian.

Ada dua macam analisa varian, yaitu :

2.9.1. Analisa Varian Satu Arah

Analisis varian satu arah adalah sebuah cara untuk menguji hipotesis guna mendapatkan suatu nilai kebenaran yang diperoleh dengan menghitung secara statistik suatu data atau F_{hitung} yang dibandingkan dengan nilai F_{tabel} sebagai pembanding. Adapun langkah-langkah analisa varian satu arah sebagai berikut :

1. Jumlah Kuadrat Total (JK Total).

$$JK \text{ Total} = \sum X_{Total}^2 - \frac{(\sum X_{Total})^2}{N}$$

2. Jumlah Kuadrat Antar Kelompok (JK Antara).

$$JK \text{ Antara} = \sum \left[\frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} + \dots + \frac{(\sum X_m)^2}{n_m} \right] - \frac{(\sum X_{Total})^2}{N}$$

3. Jumlah Kuadrat Dalam Kelompok (JK Dalam).

$$JK \text{ Dalam} = JK_{Total} - JK_{Antara}$$

4. Mean Kuadrat Antar Kelompok (MK Antara).

$$MK \text{ Antara} = \frac{JK_{Antara}}{m - 1}$$

5. Mean Kuadrat Dalam Kelompok (MK Dalam).

$$MK \text{ Dalam} = \frac{JK_{Dalam}}{N - m}$$

6. Mencari F_{hitung} .

$$F_{hitung} = \frac{MK_{Antara}}{MK_{Dalam}}$$

Dimana :

N = Jumlah seluruh anggota sampel.

m = Jumlah kelompok sampel

2.9.2. Analisa Varian Dua Arah

Analisa varian dua arah adalah sebuah cara untuk menguji suatu hipotesis yang dipengaruhi oleh beberapa faktor guna mendapatkan suatu nilai kebenaran yang diperoleh dengan menghitung secara statistik suatu data atau F_{hitung} yang dibandingkan dengan nilai F_{tabel} sebagai pembanding. Adapun langkah-langkah analisa varian dua arah sebagai berikut :

1. Mencari nilai jumlah kuadrat total (JK total).

$$JK \text{ total} = \sum X_{Total}^2 - \frac{(\sum X_{Total})^2}{N}$$

2. Mencari nilai jumlah kuadrat kolom (JK kolom).

$$JK \text{ kolom} = \sum \left[\frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} + \dots + \frac{(\sum X_m)^2}{n_m} \right] - \frac{(\sum X_{Total})^2}{N}$$

3. Mencari nilai jumlah kuadrat baris (JK baris)

$$JK \text{ baris} = \sum \left[\frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} + \dots + \frac{(\sum X_m)^2}{n_m} \right] - \frac{(\sum X_{Total})^2}{N}$$

4. Mencari nilai jumlah kuadrat bagian (JK bagian)

$$JK \text{ bagian} = \sum \left[\frac{(\sum X_{bag})^2}{n_{bag}} + \frac{(\sum X_{bag})^2}{n_{bag}} + \dots + \frac{(\sum X_{bag})^2}{n_{bag}} \right] - \frac{(\sum X_{Total})^2}{N}$$

5. Mencari nilai jumlah kuadrat interaksi (JK interaksi)

$$JK \text{ interaksi} = JK \text{ bagian} - (JK \text{ kolom} + JK \text{ baris})$$

6. Mencari nilai jumlah kuadrat dalam (JK dalam)

$$JK \text{ dalam} = JK \text{ total} - (JK \text{ kolom} + JK \text{ baris} + JK \text{ interaksi})$$

7. Mencari nilai mean kuadrat (MK kolom)

$$MK \text{ kolom} = \frac{JK_{kolom}}{dk_{kolom}}$$

8. Mencari nilai mean kuadrat antar baris (MK baris)

$$MK \text{ baris} = \frac{JK_{baris}}{dk_{baris}}$$

9. Mencari nilai mean kuadrat antar interaksi (MK interaksi)

$$MK \text{ interaksi} = \frac{JK_{Interaksi}}{dk_{Interaksi}}$$

10. Mencari nilai mean kuadrat antar dalam (MK dalam)

$$MK \text{ dalam} = \frac{JK_{Dalam}}{dk_{dalam}}$$

Dimana : dk kolom = k - 1 , k = jumlah kolom

dk baris = b - 1 , b = jumlah baris

$$\text{dk interaksi} = \text{dk kolom} \times \text{dk baris}$$

$$\text{dk dalam} = (N - k \times b), N = \text{jumlah sampel}$$

$$\text{dk total} = N - 1$$

11. Mencari nilai Fhitung

$$F_{\text{hitung kolom}} = \frac{MK_{\text{kolom}}}{MK_{\text{dalam}}}$$

$$F_{\text{hitung baris}} = \frac{MK_{\text{baris}}}{MK_{\text{dalam}}}$$

$$F_{\text{hitung interaksi}} = \frac{MK_{\text{interaksi}}}{MK_{\text{dalam}}}$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dan pengujian seluruhnya dilakukan di Laboratorium Struktur dan Jalan Raya Institut Teknologi Nasional Malang mulai dari percobaan bahan dasar sampai pada pelaksanaan pengecoran, pembuatan benda uji, perawatan dan pengetesan.

3.2. Metode Penelitian

1. Studi Literatur, merupakan referensi sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian serta sebagai bahan kajian terhadap teori-teori yang ada.
2. Studi eksperimen, bertujuan untuk mendapatkan data-data pengujian yang akan dianalisis lebih lanjut.

3.3. Peralatan dan Bahan

3.3.1. Peralatan

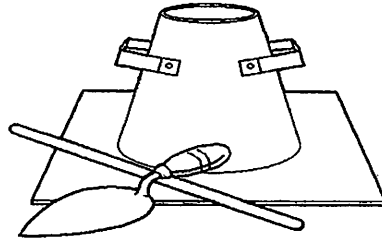
Peralatan yang digunakan antara lain:

- a. Mesin pencampur beton (*concrete mixer*), dengan kapasitas 0,15 m³.
- b. Tongkat pemadat, dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 0.6 m.

Digunakan untuk memadatkan adukan beton di dalam cetakan, sehingga didapatkan beton yang padat dan tidak keropos.

- c. Kerucut Abrams, terbuat dari pelat baja berbentuk kerucut berlubang dengan diameter lubang atas 10 cm dan diameter lubang bawah 20 cm serta tinggi 30 cm. Alat ini dilengkapi dengan alas plat baja dan tongkat baja diameter 16 mm, panjang 60 cm sebagai alat pemadat.

Kerucut Abrams digunakan untuk pengujian nilai slump dari suatu adukan beton saat pengecoran.



Gambar 3.1. Peralatan Slump Test

- d. Cetakan silinder dari plat baja dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
- e. Cetakan silinder dari plat baja dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- f. Cetakan balok berukuran lebar 15 cm, tinggi 15 cm dan panjang 60cm.
- g. Cetakan benda uji mortar.
- h. Alat uji tekan beton.
- i. Seperangkat saringan dan timbangan.
- j. Bak air untuk perendaman perawatan beton (moist curing)

3.3.2. Bahan

- a. Semen yang digunakan adalah semen portland Cement Composite (PCC) yang diproduksi PT. Semen Gresik.
- b. Agregat halus (pasir) digunakan adalah pasir lumajang.
- c. Agregat kasar (kerikil) ukuran 5 – 10 mm.
- d. Air yang digunakan adalah air yang berasal dari PDAM kota Malang.
- e. Bahan tambahan tetes tebu dari limbah pabrik gula kebun agung.

3.4. Populasi dan Sampel

Total benda uji yang digunakan sebanyak \pm 164 benda uji yang, dengan variasi bentuk, ukuran, bahan tambahan yang terdiri dari beton dan mortar. Benda uji yang mewakili dari populasi tersebut adalah sampel. Adapun variasi dari bentuk, ukuran, dan bahan tambahan tetes tebu dapat dibagi sebagai berikut :

Tabel 3.1. Variasi Benda Uji

| No | Variasi (%) | Jenis Pengujian | | Ukuran Sample (cm) | Jumlah Benda Uji (buah) |
|----|-------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 0 | Beton | Kuat Tekan | Cylinder (10x20) | 15 + 1 |
| | | | Kuat Tarik Belah | Cylinder (15x30) | 3 |
| | | | Kuat Tarik Lentur | Balok (15x15x60) | 3 |
| | | | Modulus Elastisitas | Cylinder (15x30) | 4 |
| | | | Porositas | Cylinder (10x20) | 3 + 1 |
| | | Mortar | Kuat Tekan | Kubus (5x5x5) | 9 |
| | | | Kuat Tarik | Benda Uji Briquette | 3 |
| | | | Kuat Tarik Lentur | Balok (4x4x16) | 3 |
| 2 | 2,4 | Beton | Kuat Tekan | Cylinder (10x20) | 15 + 1 |
| | | | Kuat Tarik Belah | Cylinder (15x30) | 3 |
| | | | Kuat Tarik Lentur | Balok (15x15x60) | 3 |
| | | | Modulus Elastisitas | Cylinder (15x30) | 4 |
| | | | Porositas | Cylinder (10x20) | 3 + 1 |
| | | Mortar | Kuat Tekan | Kubus (5x5x5) | 9 |
| | | | Kuat Tarik | Benda Uji Briquette | 3 |
| | | | Kuat Tarik Lentur | Balok (4x4x16) | 3 |
| 3 | 2,6 | Beton | Kuat Tekan | Cylinder (10x20) | 15 + 1 |
| | | | Kuat Tarik Belah | Cylinder (15x30) | 3 |
| | | | Kuat Tarik Lentur | Balok (15x15x60) | 3 |
| | | | Modulus Elastisitas | Cylinder (15x30) | 4 |
| | | | Porositas | Cylinder (10x20) | 3 + 1 |
| | | Mortar | Kuat Tekan | Kubus (5x5x5) | 9 |
| | | | Kuat Tarik | Benda Uji Briquette | 3 |
| | | | Kuat Tarik Lentur | Balok (4x4x16) | 3 |

| No | Variasi (%) | Jenis Pengujian | | Ukuran Sample (cm) | Jumlah Benda Uji (buah) |
|----|-------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 4 | 2,8 | Beton | Kuat Tekan | Cylinder (10x20) | 15 + 1 |
| | | | Kuat Tarik Belah | Cylinder (15x30) | 3 |
| | | | Kuat Tarik Lentur | Balok (15x15x60) | 3 |
| | | | Modulus Elastisitas | Cylinder (15x30) | 4 |
| | | | Porositas | Cylinder (10x20) | 3 + 1 |
| | | Mortar | Kuat Tekan | Kubus (5x5x5) | 9 |
| | | | Kuat Tarik | Benda Uji Briquette | 3 |
| | | | Kuat Tarik Lentur | Balok (4x4x16) | 3 |
| | | | | | |

3.5. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini, perancangan campuran beton dengan menggunakan “*The British Mix Design Method*” atau di Indonesia dikenal dengan metode DOE (Department Of Environment) dengan mutu beton rencana ($f'c$) = 25 Mpa.

3.6. Pelaksanaan Pengujian Material

3.6.1. Pemeriksaan Berat Isis

I. Tujuan

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

II. Peralatan

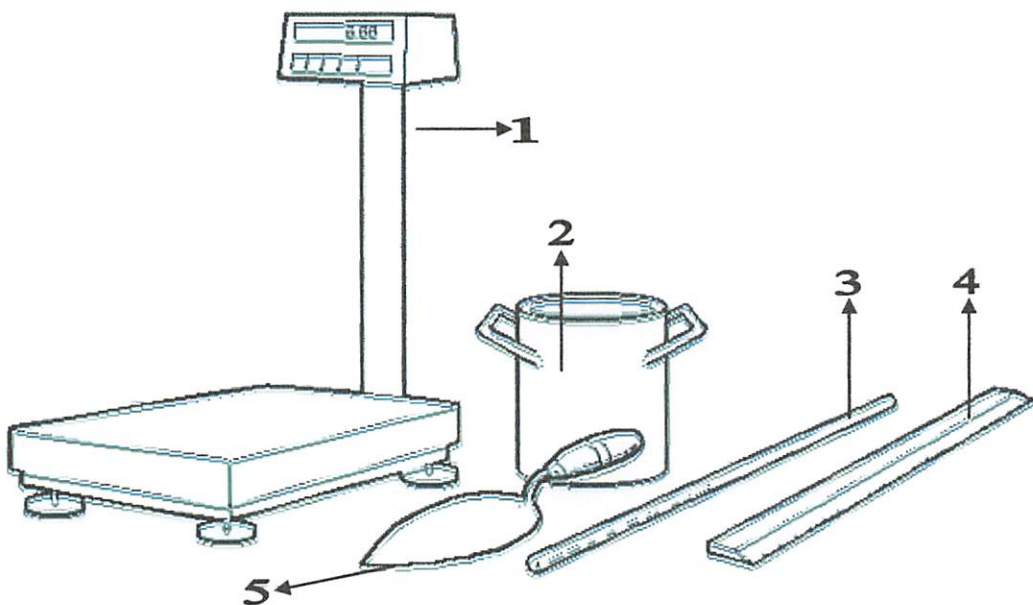
- Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm.
- Mistar perata.

e. Sekop.

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

Tabel 3.2. Dimensi Wadah Baja

| Kapasitas (liter) | Diameter (mm) | Tinggi (mm) | Tebal wadah minimum (mm) | | Ukuran butir maksimum agregat (mm) |
|-------------------|---------------|-------------|--------------------------|------|------------------------------------|
| | | | dasar | sisi | |
| 2,832 | 152,4 ± 2,5 | 154,9 ± 2,5 | 5,08 | 2,54 | 12,70 |
| 9,435 | 203,2 ± 2,5 | 292,4 ± 2,5 | 5,08 | 2,54 | 25,40 |
| 14,158 | 254,0 ± 2,5 | 279,4 ± 2,5 | 5,08 | 3,00 | 38,10 |
| 28,316 | 355,6 ± 2,5 | 284,4 ± 2,5 | 5,08 | 3,00 | 101,60 |



Gambar 3.2. Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat

Keterangan :

1. Timbangan
2. Wadah Baja Berbentuk Silinder
3. Tongkat Pematik

4. Mistar Perata

5. Sekop

II. Bahan-Bahan

Bahan yang di gunakan adalah agregat kasar dan agregat halus.

III. . Langkah-Langkah

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

Berat isi lepas :

- Menimbang dan Mencatat berat wadah (W_1).
- Memasukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butir-butir, dari ketinggian 5 cm di atas wadah dengan menggunakan sendok atau sekop sampai penuh.
- Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
- Menimbang dan catatlah berat wadah + benda uji (W_2).
- Menghitung berat benda uji dengan rumus : $(W_3 = W_2 - W_1)$.

Berat isi agregat ukuran butir maksimum 38,1 mm (1 ½") dengan cara penusukan :

- Menimbang dan mencatat berat wadah (W_1)
- Setelah wadah selesai di timbang kemudian wadah di isi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang ditusukkan sebanyak 25 kali secara merata.

- Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Menimbang dan catatlah berat wadah + benda uji (W_2).
 - Menghitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
- a. Berat isi agregat ukuran butir antara 38,1 mm (1 ½”) sampai 101,1 mm (4”) dengan cara penggoyangan :
- Menimbang dan Mencatat berat wadah (W_1)
 - Mengisi wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal.
 - Setiap lapis di padatkan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah dengan prosedur sebagai berikut :
 - ✓ Wadah di letakkan di atas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira setinggi 5 cm kemudian lepaskan.
 - ✓ Ulangi hal ini pada sisi yang berlawanan. Padatkan lapisan sebanyak 25 kali untuk setiap sisi.
 - Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Menimbang dan mencatat berat wadah + benda uji (W_2).
 - Menghitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.6.2. Analisis Sarinagn Agregat Kasar dan Halus

I. Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat. Data distribusi butiran pada agregat diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pelaksanaan penentuan gradasi ini dilakukan pada

agregat halus dan agregat kasar. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan ukuran lubang (jaring-jaring) tertentu.

II. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0.2 % dari berat benda uji.
2. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C.
3. Alat pemisah contoh (sample splitter).
4. Alat penggetar saringan (shieve shaker).
5. Talam-talam.
6. Kuas, sikat kuningan, sendok.
7. Seperangkat saringan dengan ukuran :

Tabel 3.3. Ukuran Saringan Untuk Agregat Kasar

| Nomor saringan | Ukuran lubang | | Keterangan |
|----------------|---------------|-------|--|
| | Mm | inchi | |
| - | 76.20 | 3 | Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 2 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh 35 kg |
| - | 63.50 | 2.5 | |
| - | 50.80 | 2 | |
| - | 37.50 | 1.5 | |
| - | 25.00 | 1 | |
| - | 50.00 | 2 | Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 467 (diameter agregat antara ukuran 50 mm – 4.76 mm) Berat minimum contoh 20 kg |
| - | 37.50 | 1.5 | |
| - | 25.00 | 1 | |
| - | 19.10 | 3/4 | |
| - | 12.50 | 1/2 | |
| - | 9.50 | 3/8 | |
| - | 4.76 | - | |
| Nomor saringan | Ukuran lubang | | Keterangan |
| | Mm | inchi | |
| - | 25.00 | 1 | Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2.38 mm) Berat minimum contoh 10 kg |
| - | 19.10 | 3/4 | |
| - | 12.50 | 1/2 | |
| - | 9.50 | 3/8 | |
| No. 4 | 4.76 | - | |
| No. 8 | 2.38 | - | |

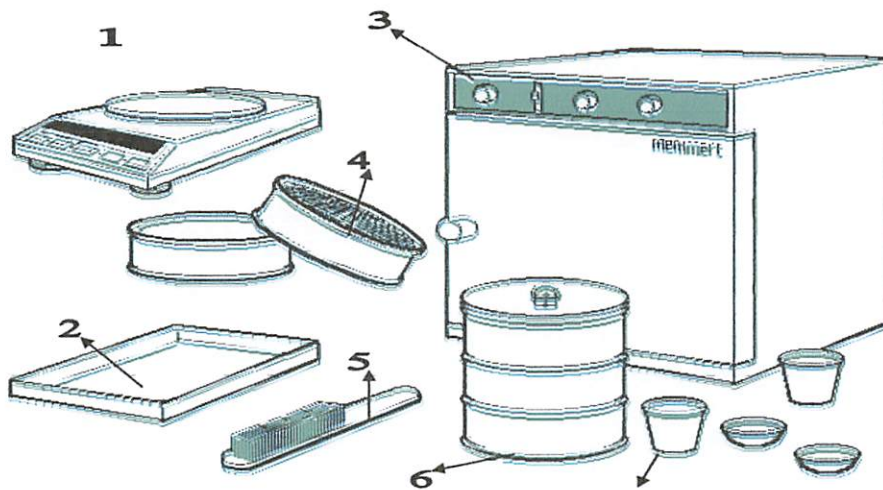
| | | | |
|--------|-------|-----|---|
| - | 12.50 | 1/2 | Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 12.5 mm – 1.19 mm) Berat minimum contoh 2.5 kg |
| - | 9.50 | 3/8 | |
| No. 4 | 4.76 | - | |
| No. 8 | 2.38 | - | |
| No. 16 | 1.19 | - | |

Sumber : Pedoman Praktikum

Tabel 3.4. Ukuran Saringan Untuk Agregat Halus

| Nomor saringan | Ukuran lubang | | Keterangan |
|----------------|---------------|-------|-------------------------------|
| | mm | inchi | |
| - | 9.50 | 3/8 | Berat minimum contoh 500 gram |
| No. 4 | 4.76 | - | |
| No. 8 | 2.38 | - | |
| No. 16 | 1.19 | - | |
| No. 30 | 0.59 | - | |
| No. 50 | 0.297 | - | |
| No. 100 | 0.149 | - | |
| No. 200 | 0.075 | - | |

Sumber : Pedoman Praktikum



Gambar 3.3. Aparatus Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus

Keterangan : 1. Timbangan

2. Talam

3. Oven

4. Saringan

5. Sikat

6. Seperangkat Saringan

7. Alat Pemisah Contoh

III. Bahan-Bahan

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempatan.

Berat dari contoh disesuaikan dengan ukuran maksimum diameter agregat kasar yang digunakan. seperti diuraikan pada tabel perangkat saringan.

IV. Langkah-Langkah

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

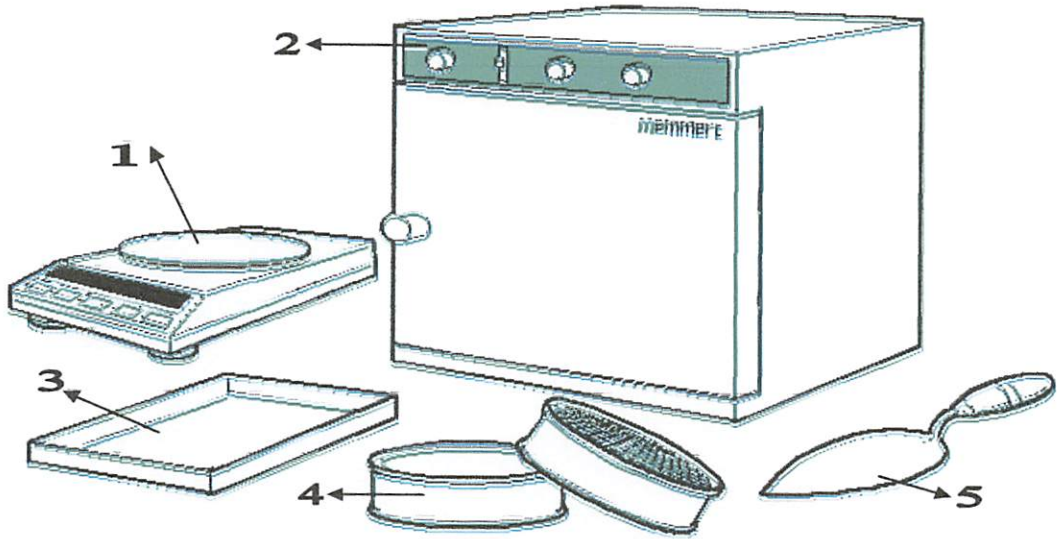
3.6.3. Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No. 200

I. Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan jumlah bahan yang terdapat dalam agregat yang lolos saringan No. 200 dengan cara pencucian.

II. Peralatan

1. Saringan No. 16 dan No. 200.
2. Wadah pencuci benda uji dengan kapasitas yang cukup besar sehingga pada waktu diguncang-guncangkan benda uji / air pencuci tidak tumpah.
3. Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
4. Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat benda uji.
5. Talam berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan contoh agregat.
6. Sekop.



Gambar 3.4. Aparatus pemeriksaan bahan lolos saringan No. 200

- Keterangan :
- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Timbangan | 4. Saringan |
| 2. Oven | 5. Sekop |
| 3. Talam | |

III. Bahan-Bahan

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

Tabel 3.5. Berat Minimum Untuk Ukuran

| Ukuran maksimum | | | Berat minimum | |
|-----------------|----|-------|---------------|------|
| 2,36 | mm | No. 8 | 100 | gram |
| 1,18 | mm | No. 4 | 500 | gram |
| 9,50 | mm | 3/8 " | 2000 | gram |
| 19,10 | mm | 3/4 " | 2500 | gram |
| 38,10 | mm | 1 ½ " | 5000 | gram |

Sumber : Pedoman Praktikum

IV. Langkah-Langkah

1. Memasukkan contoh agregat yang beratnya 1,25 kali berat minimum benda uji ke dalam talam. Dikeringkan di dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
2. Memasukkan benda uji agregat ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Mengguncang-guncangkan wadah dan tuangkan air cucian ke dalam susunan saringan No. 16 dan No. 200.
4. Memasukkan air pencuci baru, dan ulangilah pekerjaan di atas sampai air pencuci jernih.
5. Memasukkan kembali semua bahan yang tertahan saringan No. 16 dan No. 200 dalam wadah; kemudian memasukkan seluruh bahan tersebut ke dalam talam yang telah diketahui beratnya (W_2). Mengeringkan dalam oven, dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
6. Setelah kering menimbang dan mencatat beratnya (W_3).
7. Menghitung berat bahan kering tersebut ($W_4 = W_3 - W_2$).

3.6.4. Pemeriksaan Kotoran Organik

I. Tujuan

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

II. Peralatan

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

III. Bahan-Bahan

Contoh pasir dengan volume 115 ml.

IV. Langkah-Langkah

- a. Memasukkan contoh benda uji dalam botol
- b. Menambahkan senyawa NaOH. Setelah dikocok, total volume menjadi kira – kira $\frac{1}{4}$ volume botol.
- c. Botol ditutup erat – erat, dan botol dikocok kembali. Mendinginkan botol selama 24 jam.
- d. Setelah 24 jam, membandingkan warna cairan yang terlihat dengan standart No.3 (apakah lebih tua atau muda).

3.6.5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

I. Tujuan

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

II. Peralatan

- a. Gelas ukur
- b. Alat pengaduk

III. Bahan-Bahan

Pasir secukupnya dari daerah Lumajang (kondisi lapangan) dengan bahan pelarut air PDAM Kota Malang.

IV. Langkah-Langkah

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

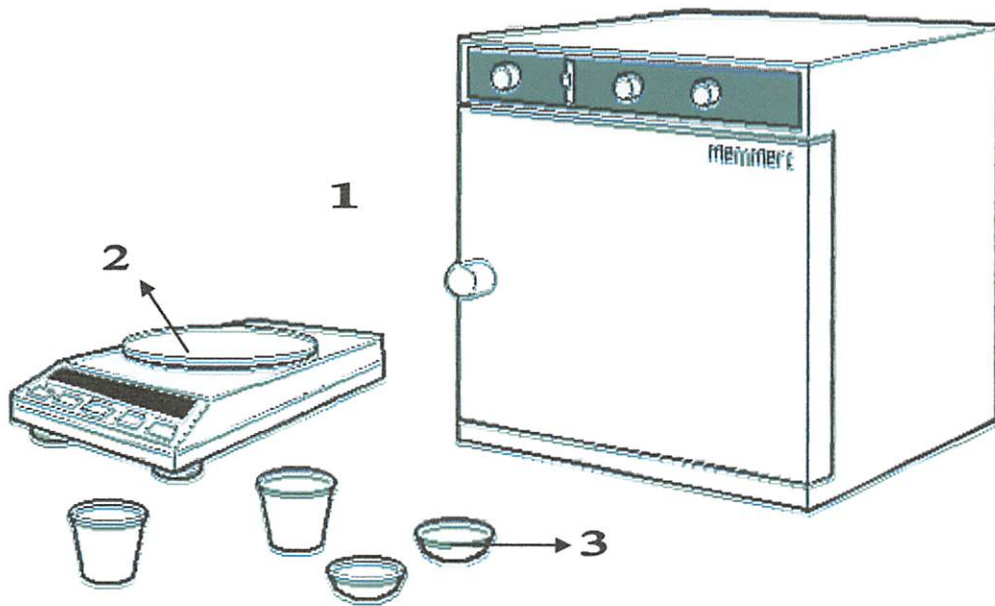
3.6.6. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

I. Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan kadar air agregat dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering.

II. Peralatan

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



Gambar 3.5. Aparatus Untuk Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Keterangan : 1. Oven

2. Timbangan

3. Alat Pemisah Contoh

III. Bahan-Bahan

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

Tabel 3.6. Ukuran Maksimum dan Berat Minimum

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

Sumber : Pedoman Praktikum

IV. Langkah-Langkah

- a. Menimbang dan Mencatat berat talam (W_1).
- b. Memasukkan benda uji ke dalam talam, kemudian timbang dan catatlah berat talam + benda uji (W_2).
- c. Menghitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
- d. Mengeringkan benda uji bersama talam dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat tetap.
- e. Menimbang dan mencatat berat talam + benda uji kering (W_4).
- f. Menghitung berat benda uji kering ($W_5 = W_4 - W_1$).

3.6.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

I. Tujuan

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

II. Peralatan

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

III. Bahan-Bahan

Berat contoh agregat disiapkan sebanyak 11 liter dalam keadaan kering muka (SSD = Saturated Surface Dry). Contoh diperoleh dari bahan

yang diproses melalui alat pemisah atau cara perempatan. Butiran agregat yang lolos saringan No. 4 tidak dapat digunakan sebagai benda uji.

IV. Langkah-Langkah

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

3.6.8. Pengujian Keausan Agregat (Abrasi Test)

I. Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar yang lebih kecil dari 37,5 mm (1 ½") terhadap keausan menggunakan alat *Los Angeles*.

II. Peralatan

- a. Mesin Abrasi Los Angeles, yaitu mesin yang terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28") dan panjang 50 cm (20"). Silinder ini bertumpu pada dua poros pendek tidak menerus yang berputar pada poros mendatar. Silinder mempunyai lubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga

permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3,56").

- b. Bola-bola baja mempunyai diameter rata-rata 4,68 cm (1 7/8") dan berat masing-masing antara 400 gram sampai 440 gram.
- c. Saringan mulai ukuran 37,5 mm (1 1/2") sampai 2,38 mm (No. 8).
- d. Timbangan dengan kapasitas 5000 gram dan dengan ketelitian 1 gram.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, memanasi sampai (110 ±5)°C.

III. Bahan-Bahan

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

Tabel 3.7. Tabel Gradasi Untuk Percobaan Los Angles

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

Sumber : Pedoman Praktikum

IV. Prosedur Penelitian

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

V. Perhitungan

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

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

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

3.7. Pelaksanaan Benda Uji Mortar

3.7.1. Persiapan Pembuatan Campuran Mortar

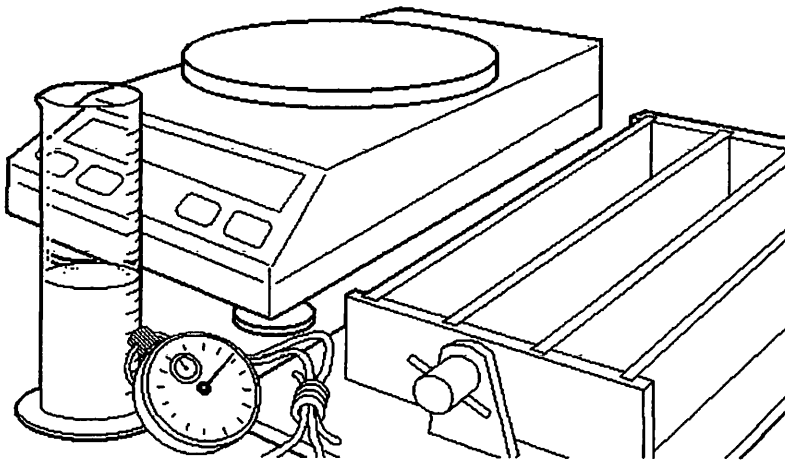
A. Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan :

- a. kekuatan tekan mortar semen portland dengan contoh benda uji berbentuk kubus berukuran $(5 \times 5 \times 5)$ cm.
- b. Kekuatan tarik aksial mortar semen portland dengan contoh benda uji Briquette.
- c. Kekuatan lentur tarik mortar semen portland dengan benda uji $(40 \times 40 \times 160)$ mm.

B. Peralatan

- a. Neraca, kapasitas 2000 gram dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- b. Gelas ukur, dengan ketelitian 2 ml. Alat pengaduk, (ASTM C.305-65).
Gambar no. 2 PA – 0103-76.
- c. Stop watch, sendok perata, dan pengukur leleh.
- d. Meja leleh (flow table, ASTM C.230-68).
- e. Cetakan kubus (5 x 5 x 5) cm, dan alat pemadat.
- f. Mesin tekan, dengan ketelitian pembacaan 1%
- g. Pasir Ottawa.
- h. Air suling $\pm 500 \text{ cm}^3$.
- i. Cetakan Briquette
- j. Cetakan (4 x 4 x 16) cm



Gambar 3.6. Aparatus Pemeriksaan Mortar Semen

C. Variasi Campuran Mortar

Untuk kebutuhan Bahan dan Variasi Tetes Tebu dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.8. Kebutuhan Total Bahan dan Variasi Tetes Tebu Untuk Campuran Mortar Per Variasi

| Kebutuhan Bahan (gram) | Kebutuhan (gr) | | | |
|------------------------|----------------|------|------|------|
| | 0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| Semen | 1400 | 1400 | 1400 | 1400 |
| Pasir | 3850 | 3850 | 3850 | 3850 |
| Air | 420 | 420 | 420 | 420 |
| Tetes Tebu | 0 | 16,8 | 19,6 | 22,4 |

Sumber : Pedoman Praktikum

D. Benda Uji

- Kubus mortar berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm.
- Briquette mortar.
- Balok mortar (4 x 4 x 16) cm.

E. Langkah-Langkah Percobaan

- Memasukkan air pencampur berupa air suling sebanyak 30 % dari berat semen ke dalam mangkok alat pengaduk.
- Menimbang 500 gram semen dan masukkan ke dalam mangkok.
- Menjalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (145 ± 5) putaran per menit (rpm) selama 30 detik.
- Memasukkan pasir Ottawa sebanyak 1375 gram perlahan-lahan sambil pengaduk dijalankan dengan kecepatan (145 ± 5) putaran per menit (rpm) selama 30 detik.

- e. Menghentikan mesin pengaduk, naikan kecepatan putaran menjadi (285 ± 10) rpm dan jalankan selama 30 detik.
- f. Menghentikan mesin pengaduk, segera bersihkan mortar yang menempel pada pinggir mangkok selama 15 detik. Kemudian biarkan mortar selama 75 detik.
- g. Mengaduk lagi mortar dengan kecepatan pengaduk (285 ± 10) rpm selama 1 menit.
- h. Melakukan percobaan leleh dengan mengisikan mortar ke dalam cincin yang terletak di atas meja leleh, cincin diisi dalam 2 lapis, setiap lapis dipadatkan dengan menumbuk sebanyak 20 kali. Ratakan permukaan mortar dengan sendok perata, angkatlah cincin dan getarkan meja leleh sebanyak 25 kali selama 15 detik.
- i. Mengukur diameter leleh, sekurang-kurangnya pada 4 tempat dan ambil harga rata-rata. (diameter leleh harus antara 100 – 115% dari diameter semula).
- j. Apabila diameter leleh yang disyaratkan belum didapat, ulanglah pekerjaan dari a sampai i dengan mengubah kadar air.
- k. Setelah diameter leleh yang disyaratkan didapat, mortar dimasukkan ke dalam mangkok dan diaduk dengan kecepatan pengaduk (285 ± 10) putaran per menit (rpm) selama 15 detik.
- l. 30 detik setelah selesai pengadukan, cetaklah mortar dengan cetakan kubus 5 x 5 x 5 cm; cetakan diisi dalam 2 lapisan dimana setiap lapisan dipadatkan dengan penumbuk sebanyak 32 kali dalam 4 putaran .

Keseluruhan waktu yang digunakan untuk mencetak tidak boleh lebih dari 2 menit.

- m. Meratakan permukaan mortar dengan sendok perata kemudian simpan di atas “moist cabinet” selama 24 jam.
- n. Membuka cetakan dan rendamlah mortar dalam air bersih kemudian periksalah kekuatan tekan mortar pada Mesin Tekan sesuai dengan umur yang diinginkan, biasanya pada umur 3, 7, dan 28 hari. Demikian juga kekuatan tarik aksial dan tarik lentur diperiksa dengan menggunakan mesin Flexure – Tensile Testing.

F. Hasil Percobaan

Untuk hasil pengujian mortar akan dibahas pada BAB V mengenai analisa data pengujian.

3.7.2. Perawatan Benda Uji Mortar

Langkah – langkah perawatan benda uji mortar adalah sebagai berikut :

1. Setelah pelepasan cetakan, benda uji diberi tanda sesuai dengan kelompok identitas masing – masing, lalu direndam dalam bak perendaman, yang bertujuan untuk menghindari retak rambut.
2. Benda uji diletakkan dalam bak perendaman selama 7 hari, dan diangkat lalu dikeringkan di tempat yg tidak lembab selama 21 hari.

3.7.3. Pengujian Kuat Tekan, Tekan Aksial, dan Lentur Aksial

Tujuan

Tujuan Pelaksanaan pengujian ini adalah Menentukan kekuatan tekan, tarik aksial dan lentur mortar yang dibuat dan dirawat (cured) di laboratorium.

B. Peralatan

- a. Mesin penguji tekan hidrolis dengan kapasitas sesuai dengan kebutuhan
- b. Mesin Flexure – Tensile Testing

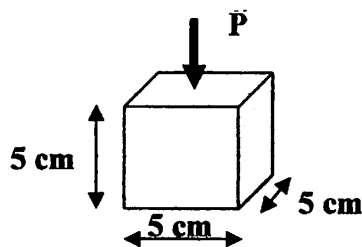
C. Pengujian

1. Kuat Tekan Mortar :

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentries
- Jalankan mesin uji tekan.
- 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.

$$\text{Kuat Tekan Mortar} = \frac{P}{A},$$

$$A = b \times h,$$



Gambar 3.7. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Keterangan :

P = beban maksimum (Kg)

A = luas permukaan benda Uji (cm^2)

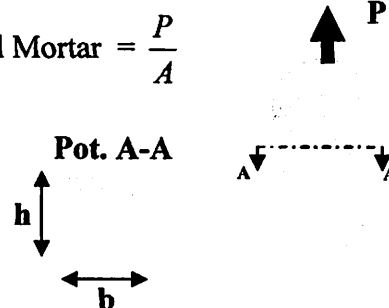
b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

d = tinggi benda uji (cm)

2. Kekuatan Tarik Aksial dan Lentur Mortar :

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin lentur secara sentries
- 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
- Persamaan Kuat Tarik Aksial Mortar

$$\text{Kuat Tarik Aksial Mortar} = \frac{P}{A}$$


Gambar 3.8. Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar

Keterangan :

P = Gaya Aksial (kg)

A = Luas Penampang Putus (cm²)

b = lebar penampang putus (cm)

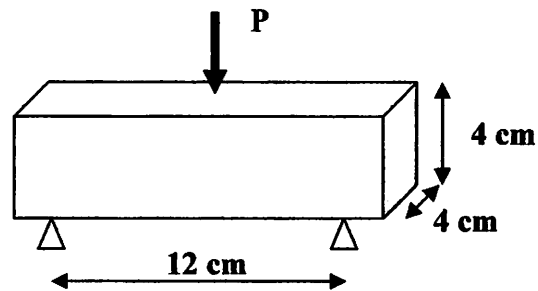
h = panjang penampang putus (cm)

- Persamaan Kuat Tarik Lentur Mortar

$$M_{\max} = \frac{1}{4} xPxL$$

$$W = \frac{1}{6} xbxh^2$$

$$\text{Kuat Tarik Lentur Mortar} = \frac{M. \text{Max}}{W}$$



Gambar 3.9. Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar

Keterangan :

P = Gaya Tekan (kg)

M_{\max} = Momen Maksimum (kgcm)

W = Momen tahanan penampang (cm^3)

L = Panjang Bentang (cm)

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

3.8. Pelaksanaan Benda Uji Beton

3.8.1. Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)

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

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

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

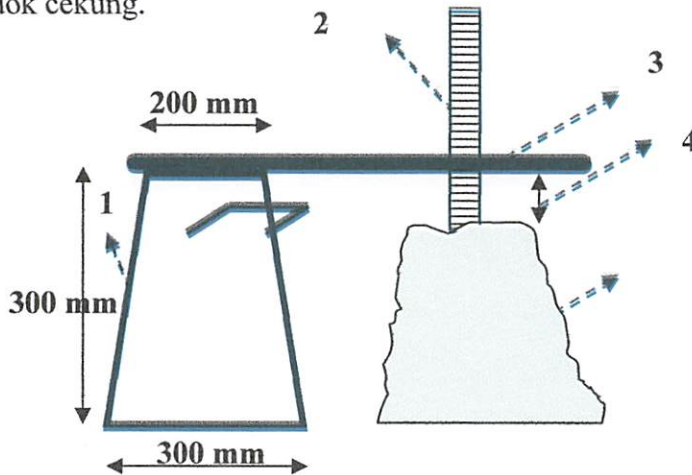
3.8.2. Uji Slump Beton (Workabilitas)

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 3.10. Pengujian Slum

Keterangan :

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 1. Krucut Abraham | 4. Nilai Slump |
| 2. Penggaris | 5. Sampel Campuran Beton |
| 3. Besi Penumbuk | |

C. Prosedur Pelaksanaan

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

3.8.3. Uji Faktor Kepadatan (Workabilitas)

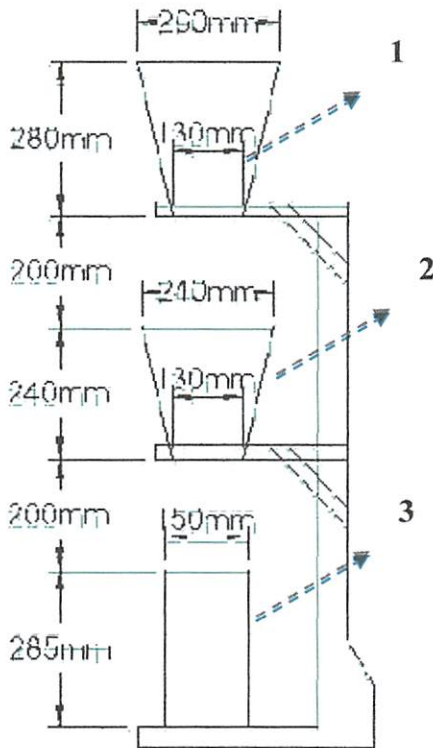
A. Tujuan

Uji faktor kepadatan / compacting factor tes dilakukan untuk menentukan tingkat workabilitas suatu campuran beton basah dengan melihat faktor kepadatannya.

B. Peralatan

- a. Satu set alat compacting factor test
- b. Sendok campuran

- c. Ember
- d. Timbangan



Keterangan :

- 1. Corong (260/130)
- 2. Corong (240/130)
- 3. Silinder (150 x 285)

Gambar 3.11. Aparatus Compacted Factor Test

C. Prosedur Pekerjaan

- a. Setelah campuran beton diuji slump, campuran tersebut diletakan kedalam silinder yang paling atas.
- b. Dasar-dasar silinder dibuka sehingga campuran beton jatuh ke silinder yang kedua.
- c. Dasar silinder kedua dilepas lagi, sehingga campuran beton jatuh ke silinder yang paling bawah.
- d. Campuran dalam silinder tersebut diratakan, kemudan ditimbang.
- e. Campuran kemudian dipadatkan (bila perlu ditambahkan campuran lagi), lalu ditimbang lagi.

3.8.4. Persiapan Cetakan dan Pembuatan Benda Uji Beton

A. Tujuan

Tujuan dari tahap pelaksanaan ini merupakan inti dari penelitian secara keseluruhan yaitu membuat benda uji beton dengan penambahan bahan tambahan *tetes tebu* untuk diperiksa pengaruhnya terhadap sifat mekanis dan fisis beton pada mutu beton 25 Mpa.

B. Peralatan

- a. Cetakan silinder, diameter 10 cm dan tinggi 20 cm (digunakan untuk pengujian tekan dan pengujian porositas)
- b. Cetakan silinder, diameter 15 cm dan tinggi 30 cm (digunakan untuk pengujian tarik belah dan modulus elastisitas)
- c. Cetakan balok (15 x 15 x 60) cm (digunakan untuk pengujian lentur)
- d. Tongkat pemadat baja 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 dengan 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, ketukan 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 Beton

Langkah – langkah perawatan benda uji beton adalah sebagai berikut :

1. Setelah pelepasan cetakan, benda uji diberi tanda sesuai dengan kelompok identitas masing – masing, lalu direndam dalam bak perendaman, yang bertujuan untuk menghindari retak rambut.

2. Benda uji diletakkan dalam bak perendaman selama 7 hari, dan diangkat lalu dikeringkan di tempat yg tidak lembab selama 21 hari.

E. Persiapan Pengujian

- a. Dambil benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendaman kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain yang lembab.
- b. Ditimbang berat dan ukuran benda uji.
- c. Pemeriksaan/pengujian kekuatan beton dilakukan pada umur 28 hari.

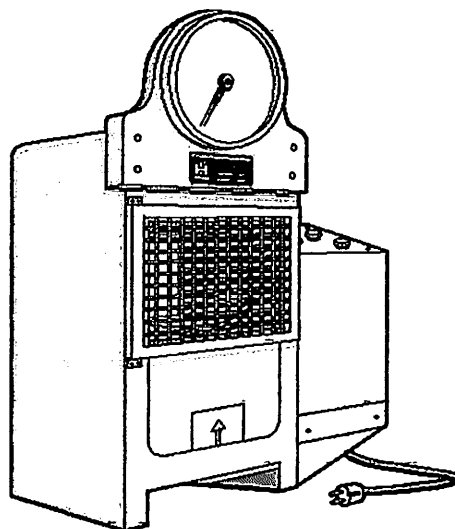
3.8.5. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Lentur Beton.

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 3.12. Alat Uji kuat Tekan

C. Pengujian

1. Kuat Tekan Beton :

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentries
- 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.

$$f'c = \frac{P \times \text{Faktor bentuk}}{A \times Fu}$$

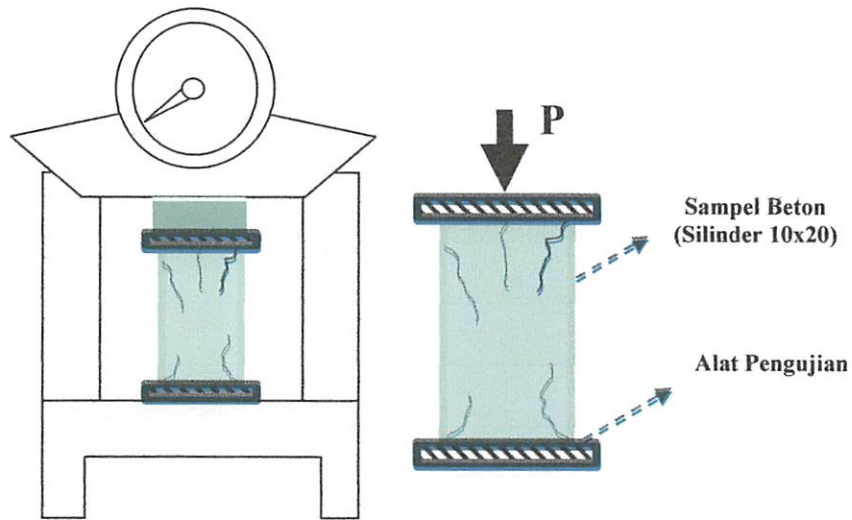
Keterangan :

$f'c$ = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban maksimal (kg)

A = luas penampang benda uji (cm²)

Fu = faktor umur



Gambar 3.13. Pengujian Kuat Tekan

2. 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.

$$\sigma = \frac{2.P}{\pi.L.d}$$

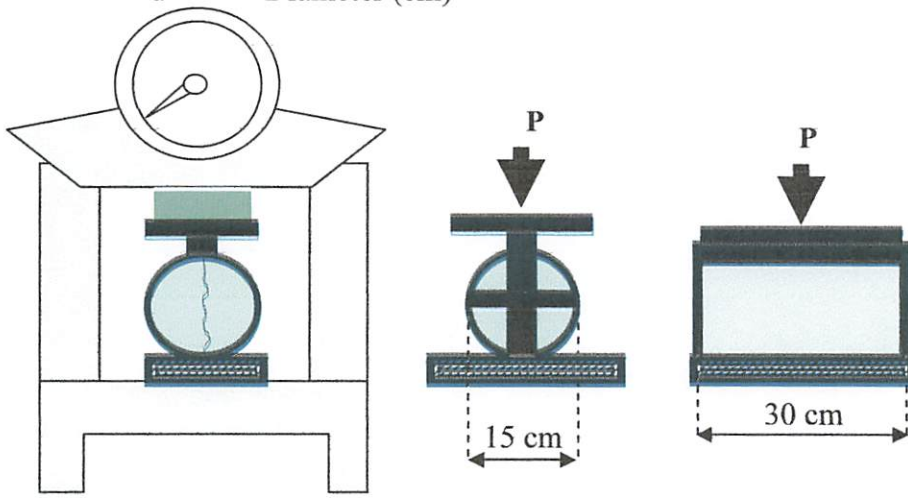
Keterangan :

σ = Kuat tarik belah (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

L = Tinggi/panjang benda uji (cm)

d = Diameter (cm)

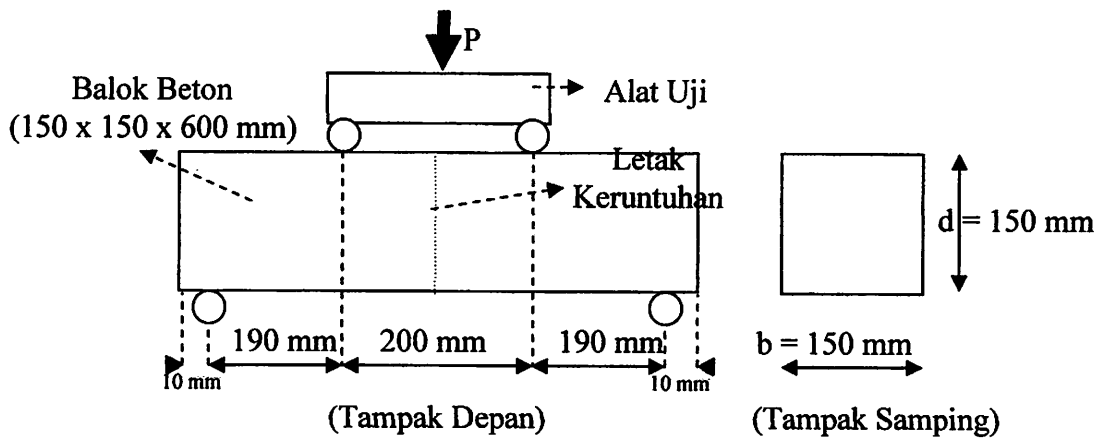


Gambar 3.14. Pengujian Tarik belah Beton

3. Kuat Tarik Lentur

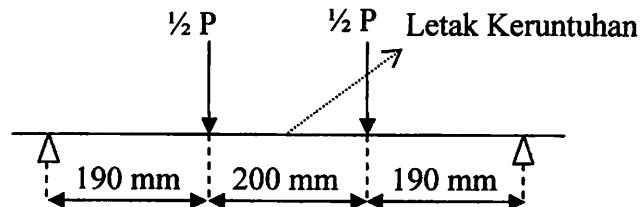
- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin lentur secara sentris
- Jalankan mesin uji lentur.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji patah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji patah.
- Lakukan langkah-langkah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

1. Pengujian Kuat Lentur Untuk L = 580 mm Dengan Keruntuhan Di Tengah Bentang



Gambar 3.15. Pengujian Kuat Tarik Lentur

Penurunan Rumus :



Momen :

$$M = \frac{1}{2} \cdot P \cdot 290 - \frac{1}{2} \cdot P \cdot 100$$

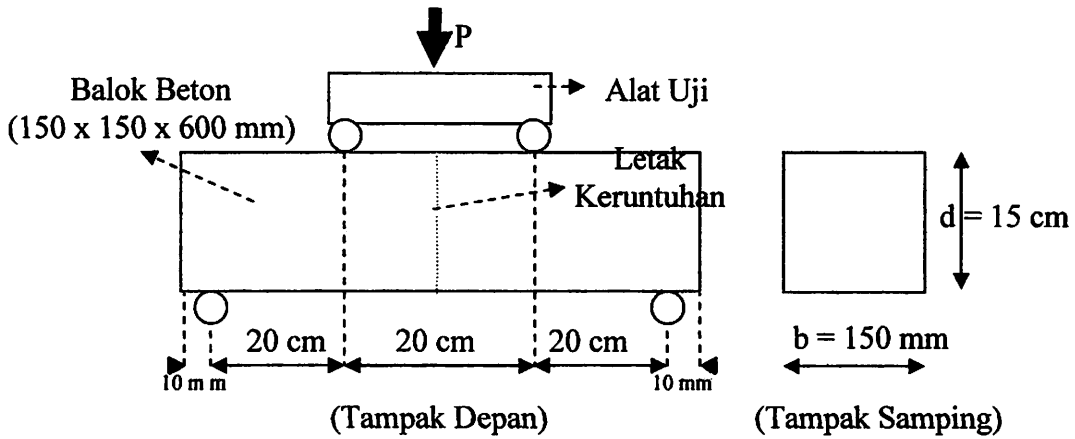
$$M = \frac{290}{2} P$$

Tegangang Lentur :

$$f_r = \frac{M}{W} = \frac{190/2 \cdot P}{1/6 \cdot b \cdot d^2}$$

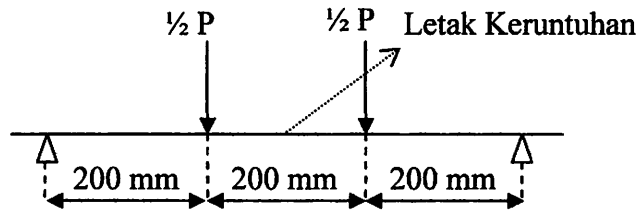
$$f_r = \frac{570P}{b \cdot d^2}$$

2. Pengujian Kuat Lentur Untuk L = 60 cm Dengan Keruntuhan Di Tengah Bentang



Gambar 3.16. Pengujian Kuat Tarik Lentur

Penurunan Rumus :



Momen :

$$M = \frac{1}{2} \cdot P \cdot 300 - \frac{1}{2} \cdot P \cdot 100$$

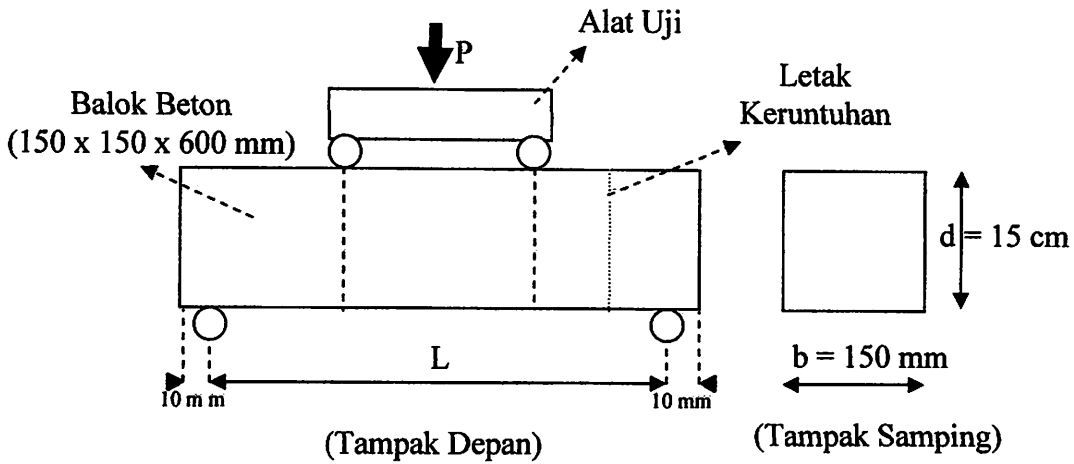
$$M = 100P$$

Tegangang Lentur :

$$f_r = \frac{M}{W} = \frac{100 \cdot P}{\frac{1}{6} b \cdot d^2}$$

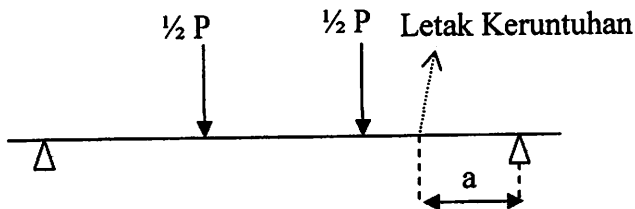
$$f_r = \frac{600P}{b \cdot d^2}$$

3. Pengujian Kuat Lentur Untuk $L = 60$ cm Dengan Keruntuhan Pada Bagian Tarik Diluar Tengah Bentang ($L = 580$ mm dan $L = 600$ mm)

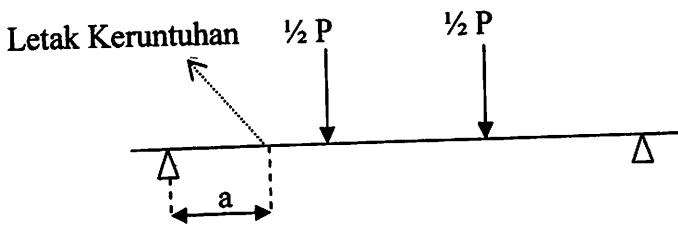


Gambar 3.17. Pengujian Kuat Tarik Lentur

Penurunan Rumus : (Keruntuhan Sebelah Kanan Bentang Tengah)



Penurunan Rumus : (Keruntuhan Sebelah Kanan Bentang Tengah)



Momen :

$$M = \frac{1}{2} \cdot P \cdot a$$

Tegangang Lentur :

$$f_r = \frac{M}{W} = \frac{\frac{1}{2} \cdot P \cdot a}{\frac{1}{6} b \cdot d^2}$$

$$f_r = \frac{3 \cdot P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

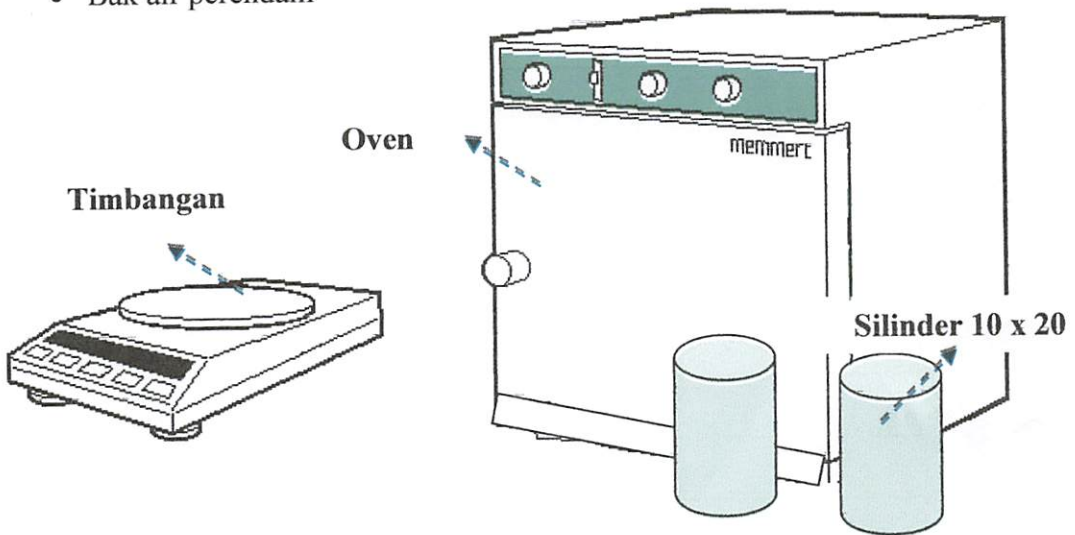
3.7.5 Pengujian Porositas

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 3.16. Pengujian Porositas

C. Prosedur

- Benda uji yang telah mencapai umur tertentu, direndam dalam bak perendam selama 24 jam.
- Benda uji dari perendaman kemudian dilab dengan kain dan ditimbang serta dicatat beratnya.
- Selanjutnya benda uji dimasukkan ke oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
- Benda uji kering oven ditimbang dan dicatat beratnya.

$$\text{Volume Pori Terbuka (Vp)} = \frac{W_{\text{ssd}} - W_{\text{a}}}{B_{\text{j Air}}}$$

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

Dimana :

W_{ssd} = berat benda uji keadaan SSD (gr)

W_{a} = berat benda uji keadaan kering oven

$B_{\text{j Air}}$ = berat jenis air = 1 gr/ml

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

3.7.6 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 alat pengukur deformasi bentuk (pengukur ΔL) yang diletakkan menempel secara magnetis pada uji kuat tekan.

$$Ec = \frac{fc}{\varepsilon} \gg \gg \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

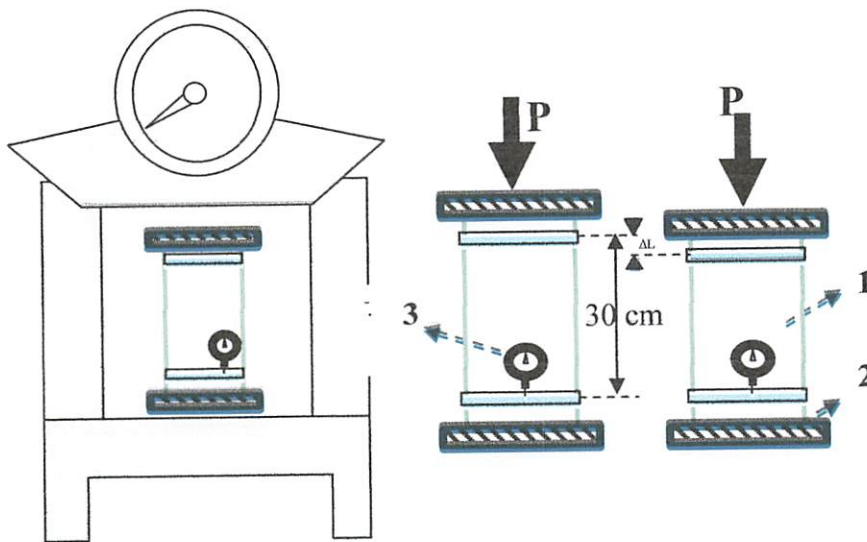
Keterangan :

Ec = Modulus Elastisitas (kg/cm^2)

ε = regangan

L = tinggi benda uji (cm)

ΔL = perubahan tinggi benda uji (cm)



Gambar 3.17. Pengujian Modulus Elastisitas

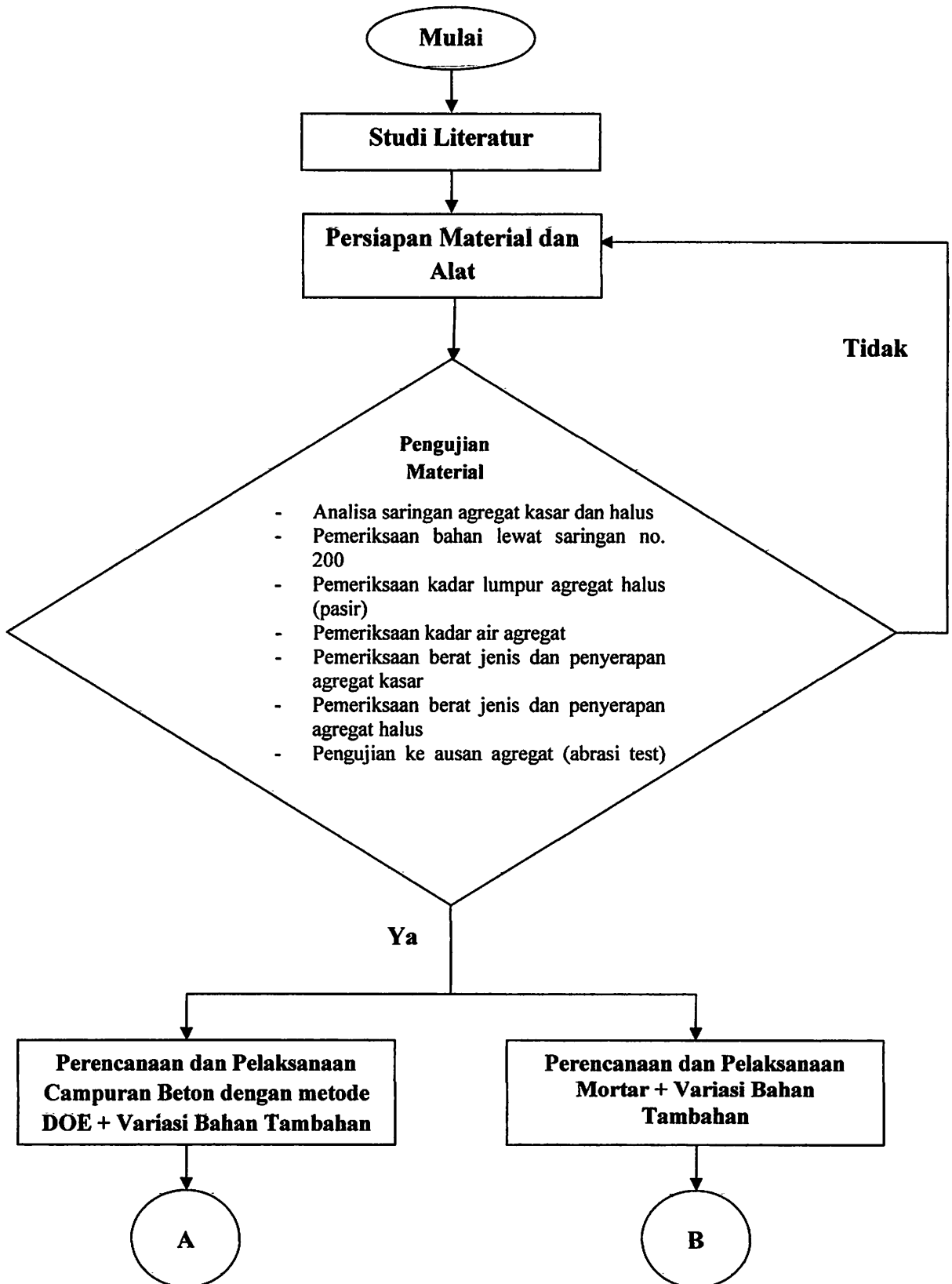
Keterangan :

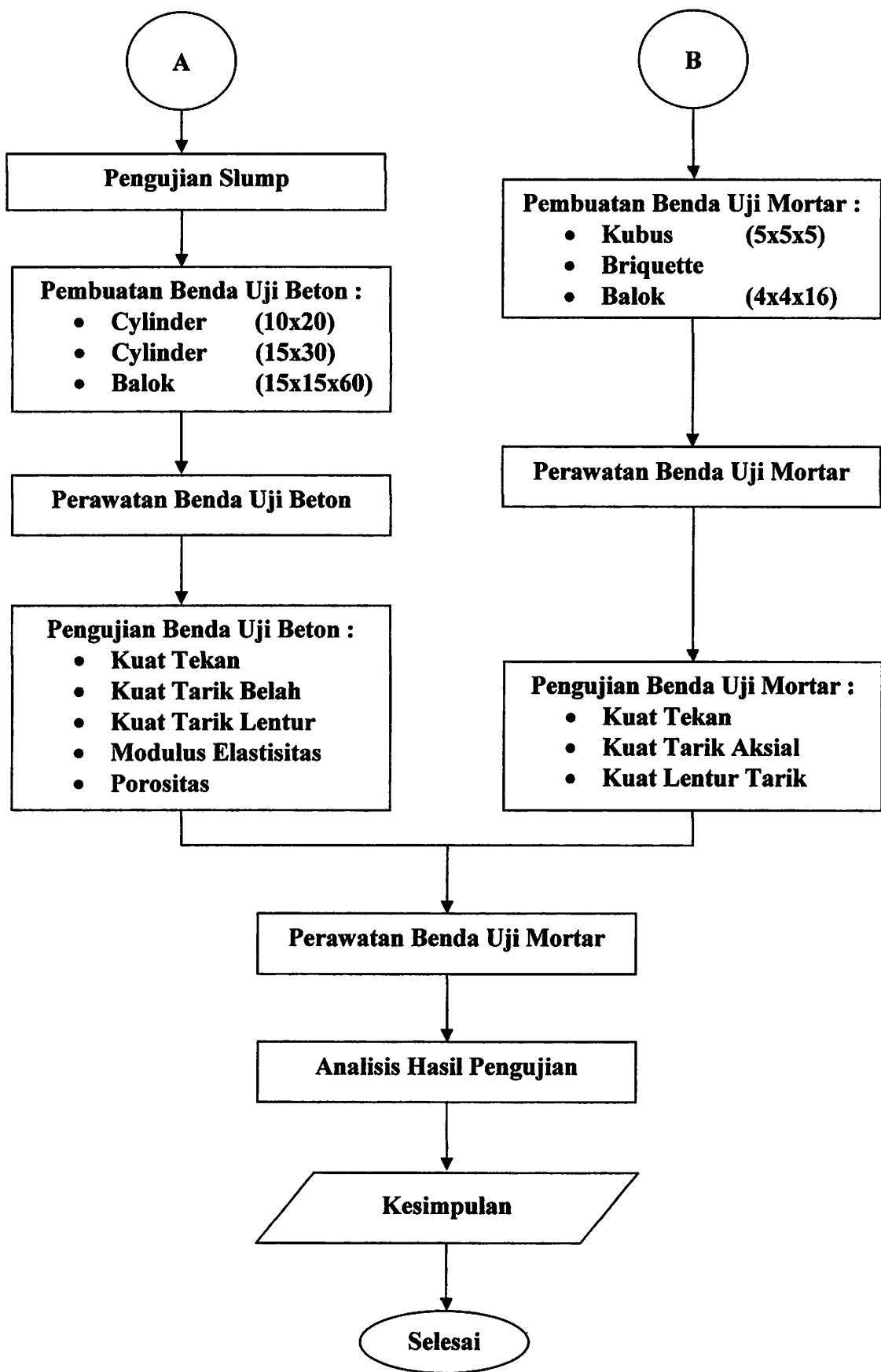
1. Sampel Beton
2. Alat Pengujian Tekan
3. Indikator Perubahan Panjang

C. Pelaksanaan

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

3.9. Bagan Alir Proses Penelitian





BAB IV

PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. PENGUJIAN MATERIAL

4.1.1. Pemeriksaan Berat Isi

Dari Penelitian yang dilakukan, di dapatkan hasil sebagai berikut :

Perhitungan Agregat Halus (Lepas/Gembur)

Berat Tempat + Benda Uji (gr) :

I = 7450 II = 7460 III = 7480

Berat Tempat (gr) :

I = 3560 II = 3560 III = 3560

Berat Benda Uji (gr) :

I = 3890 II = 3900 III = 3920

Cara Perhitungan

Isi Tempat (cm^3) :

I = 3000 II = 3000 III = 3000

Berat Isi Benda (gr/cm^3) :

$I = \frac{3890}{3000} = 1,2967$ $II = \frac{3900}{3000} = 1,300$ $III = \frac{3920}{3000} = 1,3067$

Berat Isi Benda Uji rata – rata (gr/cm^3) :

$= (1,2967+1,300+1,3067)/3 = 1.301133$

Perhitungan selanjutnya dapat ditabelkan....

Tabel 4.1. Berat Isi Agregat Halus

| Lepas / Gembur | | I | II | III |
|-----------------------|--|----------|-----------|------------|
| A | Berat tempat + Benda uji (gr) | 7450 | 7460 | 7480 |
| B | Berat tempat (gr) | 3560 | 3560 | 3560 |
| C | Berat Benda Uji (gr) | 3890 | 3900 | 3920 |
| D | Isi Tempat (cm ³) | 3000 | 3000 | 3000 |
| E | Berat isi benda uji (gr/ cm ³) | 1.2967 | 1.300 | 1.3067 |
| F | Berat isi benda uji rata-rata (gr/ cm ³) | 1.301133 | | |
| Padat | | I | II | III |
| A | Berat tempat + Benda uji (gr) | 7820 | 7760 | 7810 |
| B | Berat tempat (gr) | 3560 | 3560 | 3560 |
| C | Berat Benda Uji (gr) | 4260 | 4200 | 4250 |
| D | Isi Tempat (cm ³) | 3000 | 3000 | 3000 |
| E | Berat isi benda uji (gr/ cm ³) | 1.420 | 1.400 | 1.4167 |
| F | Berat isi benda uji rata-rata (gr/ cm ³) | 1.4122 | | |

Tabel 4.2. Berat Isi Agregat Kasar

| Lepas / Gembur | | I | II | III |
|-----------------------|--|----------|-----------|------------|
| A | Berat tempat + Benda uji (gr) | 21780 | 21620 | 21270 |
| B | Berat tempat (gr) | 7930 | 7930 | 7930 |
| C | Berat Benda Uji (gr) | 13850 | 13690 | 13340 |
| D | Isi Tempat (cm ³) | 10000 | 10000 | 10000 |
| E | Berat isi benda uji (gr/ cm ³) | 1.385 | 1.369 | 1.334 |
| F | Berat isi benda uji rata-rata (gr/ cm ³) | 1.36267 | | |
| Padat | | I | II | III |
| A | Berat tempat + Benda uji (gr) | 22540 | 22340 | 22190 |
| B | Berat tempat (gr) | 7930 | 7930 | 7930 |
| C | Berat Benda Uji (gr) | 14610 | 14410 | 14260 |
| D | Isi Tempat (cm ³) | 10000 | 10000 | 10000 |
| E | Berat isi benda uji (gr/ cm ³) | 1.461 | 1.441 | 1.426 |
| F | Berat isi benda uji rata-rata (gr/ cm ³) | 1.44267 | | |

• **Kesimpulan**

Dari hasil percobaan di dapat :

1. Hasil agregat halus digunakan untuk menentukan proporsi campuran agregat yang diperuntukan dalam perencanaan adukan beton dilapangan.
2. Hasil agregat halus digunakan untuk menentukan berat volume setelah dicetak.
3. Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat agregat dengan isi berdasarkan percobaan :

⇒ Berat isi agregat halus :

Lepas / gembur : 1.3011 gr / cm³

Padat : 1.4122 gr / cm³

⇒ Berat isi agregat kasar :

Lepas / gembur : 1.3626 gr / cm³

Padat : 1.4426 gr / cm³

4.1.2. Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus

Dari Penelitian yang di lakukan di dapat hasil sebagai berikut :

Analisis Saringan Agregat Halus (Pasir)

Diketahui Berat Total Benda Uji adalah 2000 gr

- Prosentase tertahan No.4 = $\frac{239.4}{2000} \times 100\% = 5.99\% \dots\dots$ dst.
- Prosentase kumulatif yang tertahan = 5.99 + 10.21 = 16.20 dst.
- Prosentase kumulatif yang lewat = 100 – 5.99 = 94.02dst.

Perhitungan Selanjutnya dapat di lihat di tabel.....

Tabel 4.3. Analisa Saringan Agregat Halus

Berat Contoh kering : 4000 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) | 239.40 | 5.99 | 5.99 | 94.02 |
| 2.36 mm (no. 8) | 408.50 | 10.21 | 16.20 | 83.80 |
| 1.18 mm (no. 16) | 613.00 | 15.33 | 31.52 | 68.48 |
| 0.6 mm (no. 30) | 756.10 | 18.90 | 50.43 | 49.58 |
| 0.3 mm (no. 50) | 845.00 | 21.13 | 71.55 | 28.45 |
| 0.15 mm (no. 100) | 835.90 | 20.90 | 92.45 | 7.55 |
| 0.075 mm (no. 200) | 135.70 | 3.39 | 95.84 | 4.16 |
| Pan | 59.20 | 1.48 | 97.32 | 2.68 |

Sumber : Data Penelitian

Tabel 4.4. Analisa Saringan Agregat Kasar

Berat Contoh kering : 21350 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") | 3.73 | 17.47 | 17.47 | 82.53 |
| 9.6 mm (3/8 ") | 12.98 | 60.80 | 78.27 | 21.73 |
| 4.75 mm (no. 4) | 4.02 | 18.83 | 97.10 | 2.90 |
| 2.36 mm (no. 8) | 0.12 | 0.57 | 97.67 | 2.33 |
| 1.18 mm (no. 16) | 0.04 | 0.17 | 97.84 | 2.16 |
| 0.6 mm (no. 30) | 0.03 | 0.15 | 97.99 | 2.01 |
| 0.3 mm (no. 50) | 0.06 | 0.26 | 98.25 | 1.75 |
| 0.15 mm (no. 100) | 0.12 | 0.58 | 98.83 | 1.17 |
| 0.075 mm (no. 200) | 0.15 | 0.69 | 99.52 | 0.48 |
| Pan | 0.09 | 0.44 | 99.96 | 0.04 |

Sumber : Data Penelitian

• **Kesimpulan**

Dari data percobaan didapat :

1. Untuk agregat halus masuk dalam grafik zona 2, yang akan digunakan data perencanaan campuran beton, karena pada zone 2 yang paling mendekati kurva.
2. Untuk Agregat kasar pada Ø (4.8 – 38 mm) adalah yang digunakan dalam perencanaan adukan beton karena pada diameter tersebut hasil analisa saringan terletak diantara pembatas kurva sedang.

4.1.3. Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No. 200

Dari Penelitian yang di lakukan di dapatkan hasil sebagai berikut :

Contoh Perhitungan Jumlah Bahan Lolos saringan No 200

$$\text{Jumlah berat lewat saringan No.200} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\%$$

Dimana : W1 = berat benda uji semula (gram)

W4 = berat benda uji tertahan saringan No.200 (gram)

Diketahui :

- Berat benda uji kering (W_1) = 625 gr

- Setelah disaring di dapat data :

Berat talam (W_2) = 178.10 gr

Berat benda uji kering oven + talam (W_3) = 802.8 gr

Berat benda uji tertahan saringan No.200 (W_4)

$$= 802.8 - 178.10$$

$$= 624.7 \text{ gr}$$

Jumlah bahan lewat saringan No.200 dalam %

$$\frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\% = 1.6 \%$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel.

Tabel 4.5. Bahan Lolos Saringan No. 200

| | | | |
|--|------|--------|---------|
| Berat benda uji kering | (W1) | (gram) | 625 |
| Data benda setelah disaring dengan air, kemudian dikeringkan dengan oven | | | |
| Berat benda uji kering oven + talam | (W3) | (gram) | 802.8 |
| Berat talam | (W2) | (gram) | 178.10 |
| Berat benda uji tertahan saringan no.200 | (W4) | (gram) | 624.7 |
| Jumlah bahan lewat saringan no. 200 | | | 0.0048% |

Sumber : Data Penelitian

- **Kesimpulan**

Bahan yang lolos saringan No.200 = 0.0048 % < 5 %, berarti pasir tersebut layak digunakan untuk bahan konstruksi.

4.1.4. Pemeriksaan Kotoran Organik

Warna cairan NaOH 3% setelah gelas ukur + pasir didiamkan selama 24 jam didapat hasil warna bening. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pengelompokan warna pada tabel berikut.

Tabel 4.6. Pengelompokan Warna Uji Kadar

| Warna | Penurunan Kekuatan |
|--------------|--------------------|
| Bening | 0% |
| Kuning Muda | 0-5% |
| Kuning Tua | 5-10% |
| Coklat Muda | 10-15% |
| Coklat Tua | 15-20% |
| Coklat Merah | 20-25% |
| Hitam | 25-30% |

Sumber : Data Pengamatan

- **Kesimpulan**

Pada pemeriksaan kotoran organik ini didapati warna cairan NaOH 3% setelah didiamkan selama 24 jam adalah bening yang prosentase penurunan kekuatannya 0%, berarti pasir tersebut sangat layak digunakan untuk bahan konstruksi.

4.1.5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

Dari Penelitian yang di lakukan di dapatkan hasil sebagai berikut :

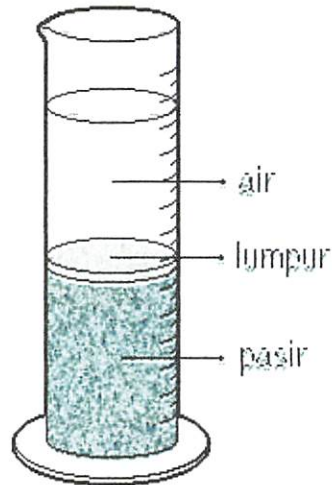
$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100 \%$$

Dimana :

$$V_1 = \text{tinggi pasir} = 470 \text{ ml}$$

$$V_2 = \text{tinggi lumpur} = 3 \text{ ml}$$

$$\text{Kadar Lumpur} : \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% = \frac{3}{470 + 3} \times 100\% = 0.634\%$$



Gambar 4.1. Gelas Ukur

- **Kesimpulan**

Sesuai hasil perhitungan didapat kadar lumpur = 0.634% < 5 % berarti kandungan lumpurnya sangat rendah, sehingga dapat langsung digunakan untuk pembuatan beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu.

4.1.6. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Dari Penelitian yang di lakukan di dapatkan hasil sebagai berikut :

Contoh Perhitungan Kadar Air Agregat Kasar :

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

Dimana :

W_3 = berat contoh semula (gram)

W_5 = berat contoh kering (gram)

Contoh perhitungan kadar air agregat kasar (Keadaan Asli)

Berat tempat (gr) : I = 2390 II = 2390

Berat tempat + contoh (gr) : I = 23980 II = 24600

Berat tempat + contoh kering oven (gr) : I = 23320 II = 23740

$$\text{Kadar air agregat (\%) : I} = \frac{23980 - 23320}{23320 - 2390} \times 100\% = 3.15\%$$

$$\text{II} = \frac{24600 - 23740}{23740 - 2390} \times 100\% = 4.03\%$$

$$\text{Kadar air rata-rata (\%) :} = (3.15 + 4.03) / 2$$

$$= 3.590 \%$$

Hasil berikutnya dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.7. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

| AGREGAT KASAR | | ASLI | | SSD | |
|---------------|--|-------|-------|------|------|
| | Nomor test | A | B | A | B |
| A. | Berat tempat (gr) | 2390 | 2390 | 2390 | 2390 |
| B. | Berat tempat + contoh (gr) | 23980 | 24600 | 7390 | 7390 |
| C. | Berat tempat + contoh kering oven (gr) | 23320 | 23740 | 7166 | 7158 |
| D. | Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%) | 3.15 | 4.03 | 4.69 | 4.87 |
| F. | Kadar air rata-rata (%) | 3.59 | | 4.78 | |

Sumber : Data Penelitian

Tabel 4.8. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

| AGREGAT HALUS | | ASLI | | SSD | |
|---------------|--|-------|-------|--------|--------|
| | Nomor test | A | B | A | B |
| A. | Berat tempat (gr) | 2530 | 2520 | 172.3 | 166.7 |
| B. | Berat tempat + contoh (gr) | 18610 | 18590 | 672.3 | 666.7 |
| C. | Berat tempat + contoh kering oven (gr) | 17280 | 17140 | 668.70 | 661.00 |
| D. | Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%) | 9.02 | 9.92 | 0.73 | 1.15 |
| F. | Kadar air rata-rata (%) | 9.47 | | 0.94 | |

Sumber : Data Penelitian

• **Kesimpulan**

Dari hasil percobaan serta perhitungan diatas didapat :

1. KADAR AIR UNTUK AGREGAT KASAR BERUPA KERIKIL :

- Kadar air asli = 3.590 %
- Kadar air SSD = 4.780 %

2. KADAR AIR UNTUK AGREGAT HALUS BERUPA PASIR :

- Kadar air asli = 9.470 %
- Kadar air SSD = 0.940 %

4.1.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Dari Percobaan yang dilakukan, di dapatkan hasil sebagai berikut :

- Berat Jenis (bulk) $\frac{Bk}{Bj - Ba}$
- Berat jenis kering permukaan jenuh $\frac{Bj}{Bj - Ba}$

▪ Berat jenis semu (apparent)

$$\frac{Bk}{Bk - Ba}$$

▪ Penyerapan (absorpsi)

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

Dimana :

Bj = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram

Bk = berat contoh kering oven

Ba = berat contoh di dalam air

Contoh perhitungan :

• Berat jenis (Bulk) : $\frac{4776.3}{5000 - 3071.9} = 2.48$

• Berat jenis kering permukaan jenuh : $\frac{5000}{5000 - 3071.9} = 2.59$

• Berat jenis semu : $\frac{4776.3}{4776.3 - 3071.9} = 2.80$

• Penyerapan (absorpsi) : $\frac{5000 - 4776.3}{4776.3} \times 100\% = 4.68$

Perhitungan selanjutnya ditabelkan.

Tabel 4.9. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

| | | I | II | Rata-rata |
|-------------------------------------|----|--------|--------|-----------|
| Berat contoh kering oven | Bk | 4776.3 | 4768.6 | 4772.45 |
| Berat contoh kering permukaan jenuh | Bj | 5000 | 5000 | 5000 |
| Berat contoh di dalam air | Ba | 3071.9 | 3072.7 | 3072.3 |
| Berat Jenis (Bulk) | | 2.48 | 2.47 | 2.48 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh | | 2.59 | 2.59 | 2.59 |
| Berat jenis semu (apparent) | | 2.80 | 2.81 | 2.81 |
| Penyerapan | | 4.68 | 4.85 | 4.77 |

Sumber : Data Penelitian

Tabel 4.10. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

| | | I | II | Rata-rata |
|---|----|--------|--------|-----------|
| Berat contoh kering oven | Bk | 496.40 | 494.30 | 495.35 |
| Berat contoh kering permukaan jenuh | Bj | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Berat piknometer diisi air pada 25 ⁰ C | B | 676.60 | 663.80 | 670.20 |
| Berat Piknometer + contoh + air (25 ⁰ C) | Bt | 989.50 | 978.50 | 984.00 |
| Berat Jenis (Bulk) | | 2.65 | 2.67 | 2.66 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh | | 2.67 | 2.70 | 2.69 |
| Berat jenis semu (apparent) | | 2.71 | 2.75 | 2.73 |
| Penyerapan (absorb) | | 0.73 | 1.15 | 0.94 |

Sumber : Data Penelitian

• **Kesimpulan**

Dari hasil percobaan dan analisa, maka dapat disimpulkan keadaan agregat kasar yang dipakai adalah :

- Agregat kasar memiliki berat jenis (Bulk) rata-rata adalah = 2.48
- Berat jenis permukaan jenuh rata-rata = 2.59
- Berat jenis semu (Apparent) rata-rata = 2.81
- Penyerapan (Abbsorsi) rata-rata = 4.77

Agregat Halus :

- Agregat halus memiliki berat jenis (Bulk) rata-rata adalah = 2.66
- Berat jenis permukaan jenuh rata-rata = 2.69
- Berat jenis semu (Apparent) rata-rata = 2.73
- Penyerapan (Abbsorsi) rata-rata = 0.94

4.1.8. Pengujian Keausan Agregat (Abrasi Test)

Di dapat berat benda uji semula (a) = 5002.2 gram

Berat benda uji tertahan No. 12 (b) = 3633.9 gram

$$\begin{aligned}\text{Maka didapat nilai keausan Los Angeles} &= \frac{a - b}{a} \times 100 \% \\ &= 27.35 \%\end{aligned}$$

- **Kesimpulan**

Didapat nilai keausan Los Angeles untuk agregat kasar/kerikil sebesar 27.35 % < 50 %, maka kerikil tersebut layak untuk bahan campuran beton.

4.2. PERENCANAAN CAMPURAN (MIX DESIGN)

Perencanaan campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode DOE (department of environment) atau biasa disebut metode British 1986. Perencanaan ini dipakai sebagai standar perencanaan oleh departemen pekerjaan umum yang dimuat dalam SNI 03-2834-1993 tentang tata cara pembuatan campuran beton normal. Adapun langkah-langkah dapat kami bahas sebagai berikut :

Seperti perancangan dengan metode-metode yang telah diuraikan, hal pertama yang harus diperhatikan adalah bahwa semua prasyarat yang ditentukan haruslah dipenuhi sebelum melangkah ke proses perhitungan untuk menentukan komposisi campurannya.

Pada DOE persyaratan yang menyangkut gradasi agregat yang harus dipenuhi yang ditunjukkan oleh besarnya prosentase berat lolos kumulatif saringan tertentu untuk beberapa ukuran diameter maksimum butiran tercantum dalam BS 882 : 1983 sebagai standar mengenai agregat dari sumber alam untuk

beton yang disahkan kembali pada tahun berikutnya, seperti terlihat pada tabel berikut :

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Kekuatan tekan karakteristik} &= 25 \text{ Mpa} = 25 \text{ N/mm}^2 \\
 &= 25 \times \frac{10^{-1}}{10^{-2}} \text{ Kg/cm}^2 \\
 &= 250 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

2. Deviasi Standart

| Isi Pekerjaan | | Deviasi standar S (kg/cm ²) | | |
|---------------|--------------------------------|---|-------------|----------------|
| Sebutan | Jumlah beton (m ³) | Baik sekali | baik | dapat diterima |
| Kecil | < 1000 | 45 < S < 65 | 55 < S < 65 | 65 < S < 85 |
| Sedang | 1000 - 3000 | 35 < S < 55 | 45 < S < 65 | 55 < S < 75 |
| Besar | > 3000 | 25 < S < 45 | 35 < S < 55 | 45 < S < 65 |

Tabel 4.11. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Didapat Deviasi Standar (baik) untuk volume pekerjaan sedang dengan jumlah beton 1000-3000 m³ adalah 60 kg/cm² = 6 Mpa.

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Margin Kekuatan} &= 1,34 \times S \\
 &= 1,34 \times 6 = 8,04 \text{ Mpa} \\
 &\text{atau} \\
 &= 2,33 \times S - 3,5 \quad (\text{SNI 03-2847-2002}) \\
 &= 2,33 \times 6 - 3,5 = 10,48 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar yaitu 10,48 Mpa.

$$4. \text{ Kekuatan tekan rencana} = \text{Kekuatan Tekan Karakteristik} + \text{Margin kekuatan}$$

$$= 25 + 10,48 = 35,48 \text{ Mpa}$$

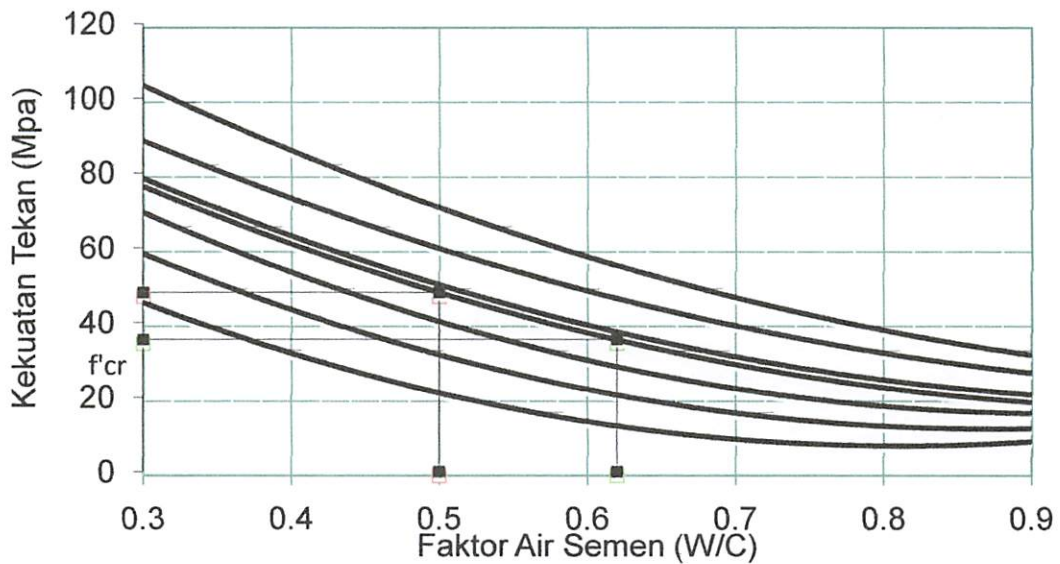
Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)

5. Jenis semen yang digunakan adalah *Gresik Type I*
6. Agregat kasar *dipecah* dan agregat halus *tidak dipecah*.
7. Faktor air semen (W/C)

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

Tabel 4.12. Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (W/C) = 0,5

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi



Grafik 4.1. Grafik hubungan kekuatan tekan dengan W/C

Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002).

$$\text{W/C rasio rencana} = 0,620$$

8. Faktor Air Semen

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

Tabel 4.13. jumlah semen minimum untuk kondisi terekspos

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Karena mutu yang ditentukan 25 Mpa maka pembacaan pada table diambil w/c minimum pada table yaitu 0,65.

9. Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan : terkecil antara factor air semen (W/C) (no.7) dan Faktor air semen maksimum (no.8) adalah 0,620.

10. Slump rencana

| Tingkat kemudahan pelaksanaan | Slump (mm) | Penggunaan beton cocok untuk |
|-------------------------------|------------|---|
| Sangat rendah | 0 – 25 | Jalan yang digetar dengan mesin penggetar otomatis, dalam kasus tertentu dapat pula digunakan mesin penggetar tangan |
| Rendah | 25 – 50 | Jalan yang digetar dengan mesin penggetar tangan, dalam kasus umum beton dapat dipadatkan secara manual baik memakai agregat bulat atau tak beraturan |

| | | |
|--------|-----------|---|
| Sedang | 25 - 100 | Pelat lantai yang dipadatkan dengan menggunakan agregat batu pecah. Beton bertulang normal yang dipadatkan secara manual dan penampang beton bertulang yang digetar |
| Tinggi | 100 - 175 | Penampang beton dengan tulangan rapat |

Tabel 4.14. Nilai Slump yang disyaratkan sesuai dengan penggunaan beton

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Slump rencana yang dipakai adalah 25-100 mm.

11. Maksimum 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.

12. Kadar Air Bebas

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

Tabel 4.15. Perkiraan jumlah air bebas yang diperlukan untuk memberikan tingkat workability tertentu

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Menentukan kadar air bebas dengan melihat tabel 4.8 pada ukuran maksimum agregat 20 mm pada slump 25-100 dengan jenis agregat yang dipecah terdapat nilai kadar air bebas 215 kg/m³.

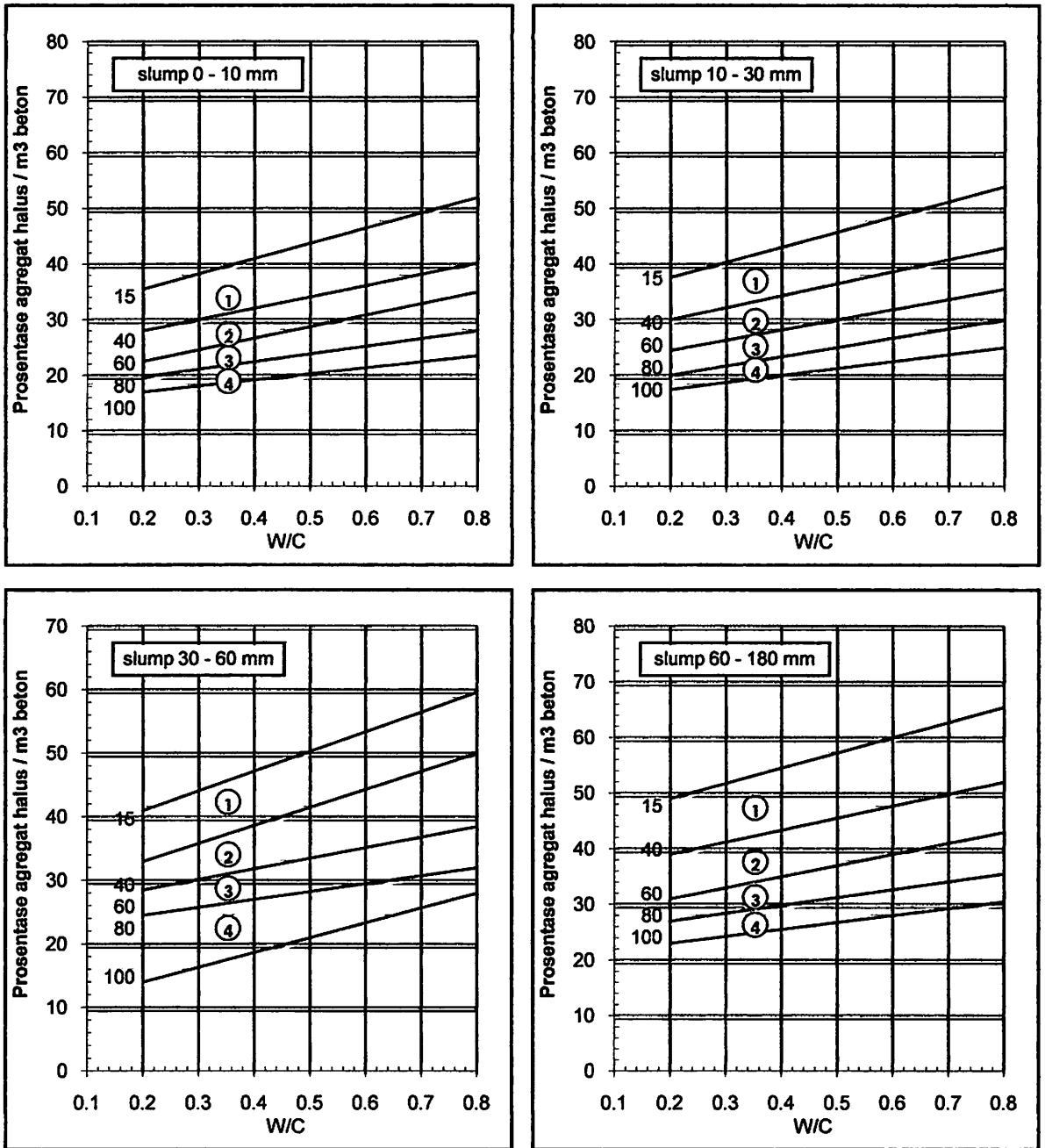
$$\begin{aligned} 13. \text{ Pemakaian jumlah semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{FAS}(\text{rencana})} \\ &= \frac{215}{0,620} = 346,77 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

14. Jumlah semen Minimum :

Jumlah semen minimum pada tabel 4.9. dengan W/C 0,625 diperoleh jumlah semen minimum $262,5 \text{ kg/m}^3$

15. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan adalah nilai terbesar antara jumlah pemakaian semen minimum (no.14) dengan jumlah semen (no 12) yaitu $346,77 \text{ kg/m}^3$

16. Proporsi agregat Halus dengan slump 25 – 100 mm.



Grafik 4.2. Penentuan Prosentase agregat halus untuk diameter maksimum 20 mm (Sumber : SNI 03-2847-2002)

$$\text{Jumlah Proporsi agregat halus} = \frac{40 + 47,9}{2} = 43,95 \%$$

17. Proporsi agregat kasar adalah $100\% - 43,95\% = 56,05 \%$

18. Dari data pemeriksaan bahan maka didapat berat jenis agregat halus (SSD) adalah 2,69

19. Dari data pemeriksaan bahan maka didapat berat jenis agregat kasar (SSD) adalah 2,59

20. Berat jenis agregat gabungan :

= Proporsi agregat halus (no.16) x berat jenis agregat halus (SSD)(no.18)

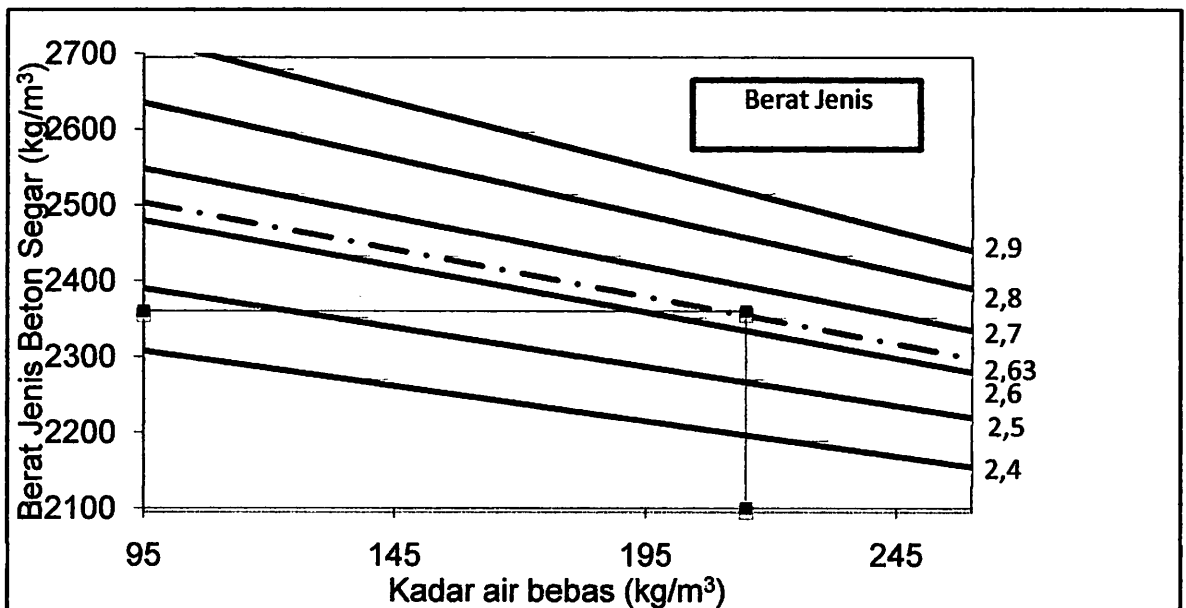
+ Proporsi agregat kasar (no.17) x berat jenis agregat kasar (SSD) no.19

/100 %

= ((43,95)(2,69) + (56,05)(2,59)) / 100

= 2,63

21. Berat isi beton basah dapat di lihat pada grafik 4.10. didapat 2360 m³



Grafik 4.3. Perkiraan berat jenis beton segar

(Pedoman Praktikum Teknologi Bahan Kontruksi)

22. Total Jumlah Agregat

= Berat jenis beton basah (no.21) – Kadar air bebas (no.12) –jumlah semen yang di rencanakan (no.15)

$$= 2360 - 215 - 346,77$$

$$= 1798,23 \text{ kg/m}^3$$

23. Jumlah Agregat halus

$$= \frac{\text{Pr oporsi Agregat Halus (no.16)} \times \text{Jumlah Total Agregat (no.22)}}{100}$$

$$= \frac{43,95 \times 1798,23}{100}$$

$$= 790,32 \text{ kg/m}^3$$

24. Jumlah Agregat Kasar

$$= \frac{\text{Pr oporsi Agregat Kasar (no.17)} \times \text{Jumlah Total Agregat (no.22)}}{100}$$

$$= \frac{56,05 \times 1798,23}{100}$$

$$= 1007,91 \text{ kg/m}^3$$

25. Kadar air agregat halus (asli) : sesuai dengan tabel pemeriksaan maka

didapat = 9,47 %

26. Kadar air agregat kasar (asli) : sesuai dengan tabel pemeriksaan maka

didapat = 3,59 %

27. Kadar air agregat halus (SSD) : sesuai dengan pemeriksaan tabel maka di

dapat = 0,94 %

28. Kadar air Agregat kasar (SSD) : sesuai dengan pemeriksaan tabel maka

didapat = 4,77 %

29. Kelebihan air dalam agregat Halus

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{KadarAirAgregatHalus} - \text{AbsorpsiAgregatHalus}}{100} \\ &= \frac{9,47 - 0,94}{100} = 67,40 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

30. Kelebihan air dalam agregat Kasar

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{KadarAirAgregatKasar} - \text{AbsorpsiAgregatKasar}}{100} \\ &= \frac{3,59 - 4,77}{100} = -11,87 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

Hasil negative berarti agregat kasar dalam keadaan kering maka masih membutuhkan air untuk diaplikasikan pada kondisi lapangan (SSD).

31. Jumlah Agregat Halus

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah Agregat Halus} + \text{Kelebihan air dalam agregat} \\ &= 790,31 + 67,40 = 857,72 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

32. Jumlah Agregat Kasar

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah Agregat Kasar} + \text{Kelebihan air dalam agregat} \\ &= 1007,91 + (-11,87) = 996,84 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

33. Menentukan Jumlah Air

$$\begin{aligned} &= \text{Kadar air bebas} - \sum \text{kelebihan air dalam agregat} \\ &= 215 - (67,40 + (-11,87)) \\ &= 159,47 \text{ kg} / \text{m}^3 \end{aligned}$$

34. Komposisi Akhir Campuran

Dari perhitungan sebelumnya telah didapatkan jumlah per m^3

Semen : 346,77 kg

Agregat Halus : 857,72 kg

Agregat Kasar : 996,04 kg

Air : 159,47 kg

4.3. Perhitungan Kebutuhan Bahan

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampur atau molen yaitu $0,03 \text{ m}^3$. Maka untuk membuat benda uji sebanyak 120 buah dengan silinder 10×20 sebanyak 80 buah, silinder 15×30 sebanyak 28 buah, balok $15 \times 15 \times 60$ sebanyak 12 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap pencampuran :

a. Perhitungan volume silinder $d \times t = 10 \times 20$

$$\begin{aligned} &= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (3,14 \times 0,05^2 \times 0,2) \times (1 \times 1,2) \\ &= 0,001884 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

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

b. Perhitungan volume silinder $d \times t = 15 \times 30$

$$\begin{aligned} &= (3,14 \times r^2 \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (3,14 \times 0,075^2 \times 0,3) \times (1 \times 1,2) \\ &= 0,00636 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

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

c. Perhitungan volume balok $p \times l \times t = 15 \times 15 \times 60$

$$\begin{aligned} &= (p \times l \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (0,6 \times 0,15 \times 0,15) \times (1 \times 1,2) \\ &= 0,0162 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji

| Kebutuhan Bahan | Benda Uji | | | Total Volume |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------|
| | Silinder 10 x 20 (kg) | Silinder 15 x 30 (kg) | Balok 15 x15 60(kg) | |
| per variasi | 20 buah | 7 buah | 3 buah | 4 variasi (kg) |
| Semen | 13.07 | 15.43 | 16.85 | 181.4 |
| Pasir | 32.32 | 38.18 | 41.69 | 448.76 |
| Kerikil | 37.53 | 44.33 | 48.41 | 521.08 |
| Air | 6.01 | 7.1 | 7.75 | 83.44 |

Tabel 4.16. Kebutuhan Total Bahan untuk Pencampuran

Sumber : Data Hasil Penelitian

| Tetes Tebu (%) | Silinder 10 x 20 (kg) | Silinder 15 x 30 (kg) | Balok 15 x15 60(kg) | 4 variasi (kg) |
|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|----------------|
| 2.4 | 0.31368 | 0.37032 | 0.4044 | 4.3536 |
| 2.6 | 0.33982 | 0.40118 | 0.4381 | 4.7164 |
| 2.8 | 0.36596 | 0.43204 | 0.4718 | 5.0792 |

Tabel 4.17. Kebutuhan Bahan Tambahan

Sumber : Data Hasil Penelitian

BAB V

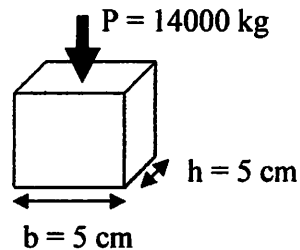
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Uji Mortar

5.1.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Untuk pengujian kuat tekan Mortar dilakukan pada benda uji kubus kecil yang berdimensi 5x5x5 cm pada umur 28 hari. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data kuat tekan mortar tanpa bahan tambahan sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Diketahui :

$$P = 14000 \text{ kg}$$

$$b = h = 5 \text{ cm}$$

maka,

$$\begin{aligned} - A &= b \times h \\ &= 5 \times 5 = 25 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Keterangan :

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Permukaan Benda Uji (cm^2)

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

$$\begin{aligned}
 \text{- Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{14000}{25} = 560 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur mortar dan teggangan tekan karakteristik mortar untuk variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.1. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Variasi 0,0%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Luas permukaan cm ² | Beban (kg) | Kuat tekan mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|---|
| 1 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 278.3 | 2.23 | 25 | 14000 | 560 |
| 2 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 289.8 | 2.32 | 25 | 9500 | 380 |
| 3 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 285 | 2.28 | 25 | 9000 | 360 |
| 4 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 282.9 | 2.26 | 25 | 9500 | 380 |
| 5 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 276.4 | 2.21 | 25 | 8500 | 340 |
| 6 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 279.5 | 2.24 | 25 | 9500 | 380 |
| 7 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 270 | 2.16 | 25 | 9000 | 360 |
| 8 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 281.8 | 2.25 | 25 | 8500 | 340 |
| 9 | 1-Oct-10 | 29-Oct-10 | 28 | 279.9 | 2.24 | 25 | 9500 | 380 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.2. Data hasil pengujian kuat tekan mortar 2,4 %

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Luas permukaan cm ² | Beban (kg) | Kuat tekan mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|---|
| 1 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 255.4 | 2.04 | 25 | 16000 | 640 |
| 2 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 234.5 | 1.88 | 25 | 10000 | 400 |
| 3 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 265.6 | 2.12 | 25 | 9500 | 380 |
| 4 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 245.4 | 1.96 | 25 | 11000 | 440 |
| 5 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 234.5 | 1.88 | 25 | 9500 | 380 |
| 6 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 267.5 | 2.14 | 25 | 10000 | 400 |
| 7 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 253.6 | 2.03 | 25 | 10500 | 420 |
| 8 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 255.6 | 2.04 | 25 | 9500 | 380 |
| 9 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 245.6 | 1.96 | 25 | 10000 | 400 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.3. Data hasil pengujian kuat tekan mortar 2,6 %

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Luas permukaan cm ² | Beban (kg) | Kuat tekan mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|---|
| 1 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 280.4 | 2.24 | 25 | 15000 | 600 |
| 2 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 288.5 | 2.31 | 25 | 9000 | 360 |
| 3 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 276.8 | 2.21 | 25 | 8500 | 340 |
| 4 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 287.4 | 2.30 | 25 | 10000 | 400 |
| 5 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 287.4 | 2.30 | 25 | 8500 | 340 |
| 6 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 281.4 | 2.25 | 25 | 9500 | 380 |
| 7 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 278.5 | 2.23 | 25 | 10000 | 400 |
| 8 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 288.4 | 2.31 | 25 | 9000 | 360 |
| 9 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 275.4 | 2.20 | 25 | 9500 | 380 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.4. Data hasil pengujian kuat tekan mortar 2,8 %

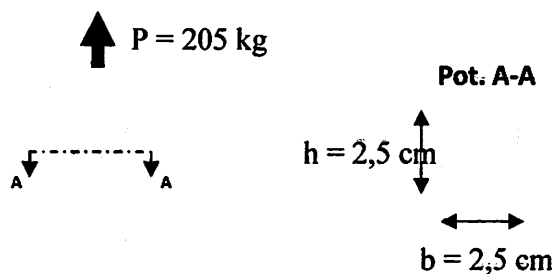
| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Luas permukaan cm ² | Beban (kg) | Kuat tekan mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|------------|---|
| 1 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 280.4 | 2.24 | 25 | 13500 | 540 |
| 2 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 288.5 | 2.31 | 25 | 7500 | 300 |
| 3 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 276.8 | 2.21 | 25 | 7500 | 300 |
| 4 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 287.4 | 2.30 | 25 | 9000 | 360 |
| 5 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 287.4 | 2.30 | 25 | 7500 | 300 |
| 6 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 281.4 | 2.25 | 25 | 8500 | 340 |
| 7 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 278.5 | 2.23 | 25 | 8500 | 340 |
| 8 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 288.4 | 2.31 | 25 | 7500 | 300 |
| 9 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 275.4 | 2.20 | 25 | 7500 | 300 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.3. Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar

Untuk pengujian tarik aksial mortar dilakukan pada benda berbentuk angka delapan pada umur 28 hari. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data kuat tekan mortar tanpa bahan tambahan sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.2. Pengujian Tarik Aksial Mortar

Diketahui :

$$P = 205 \text{ kg}$$

$$b = 2,5 \text{ cm}$$

$$h = 2,5 \text{ cm}$$

maka,

$$- V = 75 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Isi} &= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} = \frac{149,6}{75} \\ &= 1,99 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :

P = Gaya Tarik Aksial (kg)

A = Luas Penampang Patah (cm^2)

V = Volume Benda uji (cm^3)

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

$$\begin{aligned}
 - A &= b \times h = 2,5 \times 2,5 \\
 &= 6,25 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Kuat Tekan} &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{205}{6,25} \\
 &= 32,80 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur mortar dan tegangan tekan karakteristik mortar untuk variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.5. Data hasil pengujian kuat tarik aksial mortar 0 %

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Luas penampang patah (cm ²) | Beban (kg) | Kuat tarik mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|---|------------|---|
| 1 | 29-Sep-10 | 26-Oct-10 | 28 | 149.6 | 1.99 | 6.25 | 205 | 32.80 |
| 2 | 29-Sep-10 | 26-Oct-10 | 28 | 144.5 | 1.93 | 6.55 | 195 | 29.77 |
| 3 | 29-Sep-10 | 26-Oct-10 | 28 | 148.4 | 1.98 | 6.30 | 205 | 32.54 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.6. Data hasil pengujian kuat tarik aksial mortar 2,4%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Luas penampang patah (cm ²) | Beban (kg) | Kuat tarik mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|---|------------|---|
| 1 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 133.4 | 1.78 | 6.30 | 210 | 33.33 |
| 2 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 132.3 | 1.76 | 6.40 | 200 | 31.25 |
| 3 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 130.4 | 1.74 | 6.30 | 205 | 32.54 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.7. Data hasil pengujian kuat tarik aksial mortar 2,6 %

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Luas penampang patah (cm ²) | Beban (kg) | Kuat tarik mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|---|------------|---|
| 1 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 144.6 | 1.93 | 6.25 | 195 | 31.20 |
| 2 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 146.2 | 1.95 | 6.35 | 180 | 28.35 |
| 3 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 144.6 | 1.93 | 6.30 | 185 | 29.37 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.8. Data hasil pengujian kuat tarik aksial mortar 2,8 %

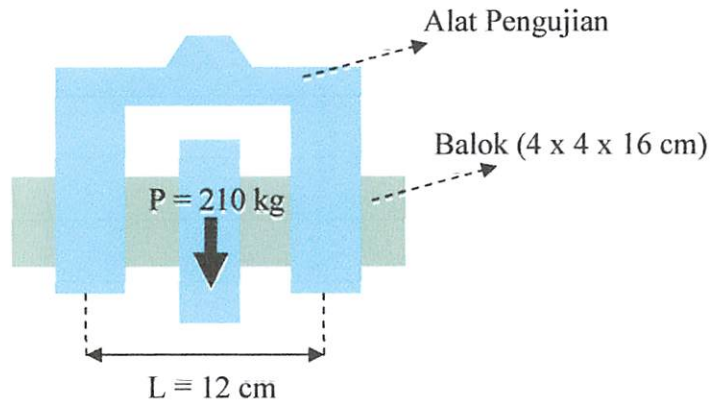
| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Luas penampang patah (cm ²) | Beban (kg) | Kuat tarik mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|---|------------|---|
| 1 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 144.6 | 1.93 | 6.25 | 180 | 28.80 |
| 2 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 146.2 | 1.95 | 6.35 | 170 | 26.77 |
| 3 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 144.6 | 1.93 | 6.30 | 175 | 27.78 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.4. Pengujian Kuat tarik lentur Mortar

Untuk pengujian tarik aksial mortar dilakukan pada benda berbentuk angka delapan pada umur 28 hari. Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data kuat tarik lentur mortar tanpa bahan tambahan sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.3. Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar

Keterangan :

Diketahui :

P = Beban Maksimum (kg)

P = 210 kg

L = Panjang Bentang/Panjang Tumpuan
Pada Alat Uji (cm)

L = 12 cm

V = Volume Benda Uji (cm³)

b = h = 4 cm

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

M_{max} = Momen Maksimum (kgcm)

W = Momen Tahanan (cm³)

maka,

$$- V = 4 \times 4 \times 16 = 256 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} - \text{Berat Isi} &= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \\ &= \frac{581,6}{256} = 2,27 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - M_{\text{max}} &= \frac{1}{4} \times P \times L \\ &= 0,25 \times 210 \times 12 \\ &= 630 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - W &= \frac{1}{6}xbxh^2 \\
 &= 1/6 \times 4 \times 4^2 = 10,67 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Kuat Tarik Lentur Mortar} &= \frac{M \text{ max}}{W} \\
 &= 630/10,67 \\
 &= 59,04 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur mortar dan tegangan tekan karakteristik mortar untuk variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.9. Data hasil pengujian kuat tarik lentur mortar 0 %

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Beban (kg) | Momen Tahanan (cm ³) | Momen maks (kgcm) | Kuat lentur tarik mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|------------|----------------------------------|-------------------|--|
| 1 | 29-Sep-10 | 26-Oct-10 | 28 | 581.7 | 2.27 | 210 | 10.67 | 630 | 59.04 |
| 2 | 29-Sep-10 | 26-Oct-10 | 28 | 577.9 | 2.26 | 210 | 10.67 | 630 | 59.04 |
| 3 | 29-Sep-10 | 26-Oct-10 | 28 | 578.3 | 2.26 | 185 | 10.67 | 555 | 52.01 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.10. Data hasil pengujian kuat tarik lentur mortar 2,4%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Beban (kg) | Momen Tahanan (cm ³) | Momen maks (kgcm) | Kuat lentur tarik mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|------------|----------------------------------|-------------------|--|
| 1 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 533.4 | 2.08 | 225 | 10.67 | 675 | 63.26 |
| 2 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 524.2 | 2.05 | 230 | 10.67 | 690 | 64.67 |
| 3 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 523.1 | 2.04 | 190 | 10.67 | 570 | 53.42 |

Tabel 5.11.Data hasil pengujian kuat tarik lentur mortar 2,6 %

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Beban (kg) | Momen Tahanan (cm ³) | Momen maks (kgcm) | Kuat lentur tarik mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|------------|----------------------------------|-------------------|--|
| 1 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 580.5 | 2.27 | 195 | 10.67 | 585 | 54.83 |
| 2 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 578.5 | 2.26 | 190 | 10.67 | 570 | 53.42 |
| 3 | 5-Oct-10 | 2-Nov-10 | 28 | 581.5 | 2.27 | 190 | 10.67 | 570 | 53.42 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.12.Data hasil pengujian kuat tarik lentur mortar 2,8 %

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Berat (gram) | Berat isi (gr/cm ³) | Beban (kg) | Momen Tahanan (cm ³) | Momen maks (kgcm) | Kuat lentur tarik mortar (kg/cm ²) |
|-----|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------------------------|------------|----------------------------------|-------------------|--|
| 1 | 6-Oct-10 | 3-Nov-10 | 28 | 576.8 | 2.25 | 165 | 10.67 | 495 | 46.39 |
| 2 | 6-Oct-10 | 3-Nov-10 | 28 | 580.4 | 2.27 | 195 | 10.67 | 585 | 54.83 |
| 3 | 6-Oct-10 | 3-Nov-10 | 28 | 578.4 | 2.26 | 150 | 10.67 | 450 | 42.17 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.5. Interval Kepercayaan Mortar

- **Pengujian Interval Kepercayaan Kuat tekan Mortar**

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

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

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.13.Data hasil pengujian Interval kepercayaan 0;2,4;2,6;2,8%

| No. | Kuat Tekan (MPa) | | | |
|-----|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 560 | 640 | 600 | 540 |
| 2 | 380 | 400 | 360 | 300 |
| 3 | 360 | 380 | 340 | 300 |
| 4 | 380 | 440 | 400 | 360 |
| 5 | 340 | 380 | 340 | 300 |
| 6 | 380 | 400 | 380 | 340 |
| 7 | 360 | 420 | 400 | 340 |
| 8 | 340 | 380 | 360 | 300 |
| 9 | 380 | 400 | 380 | 300 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{560 + 380 + \dots + 380}{9}$$

$$= 386,67 \text{ Kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{[(560 - 386,67)^2 + \dots + (380 - 386,67)^2]}{9 - 1}}$$

$$= 67,082$$

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

$$dk = n - 1 = 9 - 1 = 8$$

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

$$= 386,67 - \left(2,145 \times \frac{67,082}{\sqrt{9}} \right) < \mu < 386,67 + \left(2,145 \times \frac{67,082}{\sqrt{9}} \right)$$

$$= 338,703 < \mu < 434,630$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.14.

Tabel 5.14. Interval Kepercayaan Kuat Tekan

| Variasi (%) | X | s | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|--------|--------|-------|----|-------------|----------------------|-----------|---------|
| 0 | 386.67 | 67.082 | 0,975 | 8 | 2.145 | 338.703 | $< \mu <$ | 434.630 |
| 2,4 | 426.67 | 82.462 | 0,975 | 8 | 2,145 | 367.706 | $< \mu <$ | 485.627 |
| 2,6 | 395.56 | 79.86 | 0,975 | 8 | 2,145 | 338.454 | $< \mu <$ | 452.656 |
| 2,8 | 342.22 | 77.746 | 0,975 | 8 | 2,145 | 286.633 | $< \mu <$ | 397.810 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.14. maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.15.

Tabel 15. Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

| No. | Kuat Tekan (MPa) | | | |
|-----|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | - | - | - | - |
| 2 | 380.000 | 400.000 | 360.000 | 300.000 |
| 3 | 360.000 | 380.000 | 340.000 | 300.000 |
| 4 | 380.000 | 440.000 | 400.000 | 360.000 |
| 5 | 340.000 | 380.000 | 340.000 | 300.000 |
| 6 | 380.000 | 400.000 | 380.000 | 340.000 |
| 7 | 360.000 | 420.000 | 400.000 | 340.000 |
| 8 | 340.000 | 380.000 | 360.000 | 300.000 |
| 9 | 380.000 | 400.000 | 380.000 | 300.000 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

• **Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial Mortar**

Di bawah ini disajikan

data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.16.Data Pengujian Kuat Tarik Aksial

| No. | Kuat Tarik aksial (MPa) | | | |
|-----|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 32.80 | 33.33 | 31.20 | 28.80 |
| 2 | 29.77 | 31.25 | 28.35 | 26.77 |
| 3 | 32.54 | 32.54 | 29.37 | 27.78 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{32,80 + 29,77 + 32,54}{3}$$

$$= 31,70 \text{ kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{[(32,80 - 31,70)^2 + (29,77 - 31,70)^2 + (32,54 - 31,70)^2]}{3 - 1}}$$

$$= 1,6787$$

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

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

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

Dimana : \bar{X} = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

$$= 31,70 - \left(4,303x \frac{1,6787}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 31,70 + \left(4,303x \frac{1,6787}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 27.533 < \mu < 35.874$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.17.

Tabel 5.17. nterval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial

| Variasi (%) | X | s | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|-------|---------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|---------|
| 0 | 31.70 | 1.6787 | 0,975 | 2 | 4,303 | 27.533 | < μ < | 35.874 |
| 2,4 | 32.37 | 1.05146 | 0,975 | 2 | 4,303 | 29.7621 | < μ < | 34.9865 |
| 2,6 | 29.64 | 1.4461 | 0,975 | 2 | 4,303 | 26.0445 | < μ < | 33.2297 |
| 2,8 | 27.78 | 1.0141 | 0,975 | 2 | 4,303 | 25.2635 | < μ < | 30.3027 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.17, maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.18.

Tabel 5.18. nterval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial

| No. | Kuat Tekan (MPa) | | | |
|-----|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 32.800 | 33.333 | 31.200 | 28.800 |
| 2 | 29.771 | 31.250 | 28.346 | 26.772 |
| 3 | 32.540 | 32.540 | 29.365 | 27.778 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Pengujian Interval Kepercayaan Kuat tarik lentur Mortar**

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.19. Data Pengujian Kuat tarik lentur Mortar

| No. | Kuat Lentur Tarik (MPa) | | | |
|-----|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 59.04 | 63.26 | 54.83 | 46.39 |
| 2 | 59.04 | 64.67 | 53.42 | 54.83 |
| 3 | 52.01 | 53.42 | 53.42 | 42.17 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{59,04 + 59,04 + 52,01}{3}$$

$$= 56,70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{[(59,04 - 56,70)^2 + (59,04 - 56,70)^2 + (52,01 - 56,70)^2]}{3-1}}$$

$$= 4.05822$$

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

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

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

Dimana : \bar{X} = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

$$= 56,70 - \left(4,303x \frac{4.05822}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 56,70 + \left(4,303x \frac{4.058221}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 46.61903 < \mu < 66.78304$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.20.

Tabel 5.20. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

| Variasi (%) | X | s | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|-------|--------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|---------|
| 0 | 56,70 | 4.0582 | 0,975 | 2 | 4,303 | 46.6190 | < μ < | 66.7830 |
| 2.4 | 60,45 | 6.1277 | 0,975 | 2 | 4,303 | 45.2263 | < μ < | 75.6733 |
| 2,6 | 53,89 | 0.8116 | 0,975 | 2 | 4,303 | 51.8730 | < μ < | 55.9058 |
| 2,8 | 47,80 | 6.4422 | 0,975 | 2 | 4,303 | 31.7928 | < μ < | 63.8022 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.20, maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.21.

Tabel 5.21 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

| No. | Kuat Lentur Tarik (MPa) | | | |
|-----|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 59.044 | 63.261 | 54.827 | 46.392 |
| 2 | 59.044 | 64.667 | 53.421 | 54.827 |
| 3 | 52.015 | 53.421 | 53.421 | 42.174 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.6. Uji Hipotesis

- **Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Mortar**

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

Tabel 5.22. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan Mortar

| No | Variasi 0 % | | Variasi 2,4 % | | Variasi 2,6 % | | Variasi 2,8 % | | Jumlah |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 2 | 380.00 | 144400.00 | 400.00 | 160000.00 | 360.00 | 129600.00 | 300.00 | 90000.00 | |
| 3 | 360.00 | 129600.00 | 380.00 | 144400.00 | 340.00 | 115600.00 | 300.00 | 90000.00 | |
| 4 | 380.00 | 144400.00 | 440.00 | 193600.00 | 400.00 | 160000.00 | 360.00 | 129600.00 | |
| 5 | 340.00 | 115600.00 | 380.00 | 144400.00 | 340.00 | 115600.00 | 300.00 | 90000.00 | |
| 6 | 380.00 | 144400.00 | 400.00 | 160000.00 | 380.00 | 144400.00 | 340.00 | 115600.00 | |
| 7 | 360.00 | 129600.00 | 420.00 | 176400.00 | 400.00 | 160000.00 | 340.00 | 115600.00 | |
| 8 | 340.00 | 115600.00 | 380.00 | 144400.00 | 360.00 | 129600.00 | 300.00 | 90000.00 | |
| 9 | 380.00 | 144400.00 | 400.00 | 160000.00 | 380.00 | 144400.00 | 300.00 | 90000.00 | |
| SY | 2920.00 | | 3200.00 | | 2960.00 | | 2540.00 | | 11620.00 |
| SY ² | 1068000.00 | | 1283200.00 | | 1099200.00 | | 810800.00 | | 4261200.00 |
| n | 8 | | 8 | | 8 | | 8 | | 32 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} \\ &= 1068000 + 1283200 + 1099200 + 810800 \\ &= 4261200\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{4261200^2}{32} \\ &= 4219512.5\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{1068000^2}{8} + \frac{1283200^2}{8} + \frac{1099200^2}{8} + \frac{810800^2}{8} \right) - 4219512.5 \\ &= 27937.5\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 4261200 - 4219512.5 - 27937.5 = 13750\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.23. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik belah

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-----------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 4219512.5 | 4219512.5 |
| Antar Perlakuan | 3 | 27937.5 | 9312.5 |
| Dalam Perlakuan | 28 | 13750 | 491.0714286 |
| Jumlah | 32 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{9312,5}{491,0714} = 18.96364$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai *F tabel* (0,05 ; 3 ; 32) = 2,9. Jadi nilai *F hitung* 18.96364 > *F tabel* = 2,9. Dengan demikian *Ha diterima* *Ho* ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat belah tekan.

- **Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Aksial Mortar**

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

Tabel 5.24. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Aksial

| No | Variasi 0 % | | Variasi 2,4 % | | Variasi 2,6 % | | Variasi 2,8 % | | Jumlah |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 32.80 | 1075.84 | 33.33 | 1111.11 | 31.20 | 973.44 | 28.80 | 829.44 | |
| 2 | 29.77 | 886.31 | 31.25 | 976.56 | 28.35 | 803.52 | 26.77 | 716.72 | |
| 3 | 32.54 | 1058.83 | 32.54 | 1058.83 | 29.37 | 862.31 | 27.78 | 771.60 | |
| SY | 95.11 | | 97.12 | | 88.91 | | 83.35 | | 364.49 |
| SY ² | 3020.98 | | 3146.50 | | 2639.27 | | 2317.77 | | 11124.52 |
| n | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 12 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n Y^2_{ij} \\ &= 3020,98 + 3146,50 + 2639,27 + 2317,77 \\ &= 11124.52\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{364,49^2}{12} \\ &= 11071.3629\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{3020,98^2}{3} + \frac{3146,50^2}{3} + \frac{2639,27^2}{3} + \frac{2317,77^2}{3} \right) - 11071.3629 \\ &= 39.07356\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}
 E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\
 &= 11124.52 - 11071.3629 - 39.07356 \\
 &= 14.086
 \end{aligned}$$

Keterangan :

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

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.25. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-------------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 11071.36299 | 11071.36299 |
| Antar Perlakuan | 3 | 39.07356088 | 13.02452029 |
| Dalam Perlakuan | 8 | 14.08679567 | 1.760849458 |
| Jumlah | 12 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{13,02452}{1,760849} = 7,396826$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai *F tabel* (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai *F hitung* 7,396828 > *F tabel* = 3,49. Dengan demikian *Ha diterima* *Ho* ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat belah tekan.

- **Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur Mortar**

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

Tabel 5.26. Analisa Varian Untuk Kuat tarik lentur Mortar

| No | Variasi 0 % | | Variasi 2,4 % | | Variasi 2,6 % | | Variasi 2,8 % | | Jumlah |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 59.04 | 3486.20 | 63.26 | 4002.01 | 54.83 | 3005.96 | 46.39 | 2152.19 | |
| 2 | 59.04 | 3486.20 | 64.67 | 4181.86 | 53.42 | 2853.78 | 54.83 | 3005.96 | |
| 3 | 52.01 | 2705.56 | 53.42 | 2853.78 | 53.42 | 2853.78 | 42.17 | 1778.67 | |
| SY | 170.10 | | 181.35 | | 161.67 | | 143.39 | | 656.51 |
| SY ² | 9677.96 | | 11037.66 | | 8713.52 | | 6936.83 | | 36365.96 |
| n | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 12 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} \\ &= 9677.96 + 11037.66 + 8713.52 + 6936.83 \\ &= 64650.60\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{656.m1^2}{3} \\ &= 35917.50777\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{9677,96^2}{3} + \frac{11037,66^2}{3} + \frac{8713,52^2}{3} + \frac{6936,83^2}{3} \right) - 35917.50777 \\ &= 256.0960185\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 64650.60 - 35917.50777 - 256.0960185 \\ &= 192.3602248\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.27. Analisa Varian Untuk Kuat tarik lentur Mortar

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-------------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 35917.50777 | 35917.50777 |
| Antar Perlakuan | 3 | 256.0960185 | 85.3653395 |
| Dalam Perlakuan | 8 | 192.3602248 | 24.0450281 |
| Jumlah | 12 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{85,3653395}{24,0450281} = 3.550228311$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 3,550228 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat belah tekan.

5.1.7. 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. Selanjutnya data diambil dari penelitian I Putu Yudistya Bagus S. dan Dedy Kurniawan.

Untuk menganalisis variasi penambahan bahan tambahan terhadap parameter-parameter yang diteliti, digunakan metode fungsi kuadratik (polinier) (*sudjana, 2002;338*) sebagai regresi, dengan bentuk persamaan $Y = a + bx + cx^2$.

Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

$$\Sigma xY = a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma x^3$$

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

- **Analisa regresi untuk Kuat tekan Mortar**

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

| TEKAN MORTAR | | | | | | | | |
|---------------------|-----|-------------|-------|--------|----------|----------|----------|-------------|
| Notasi | x | y | x^2 | x^3 | x^4 | xy | x^2y | y^2 |
| 0 | 0 | 386.667 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0 | 149511.111 |
| T1 | 1.2 | 524.444 | 1.440 | 1.728 | 2.074 | 629.3333 | 755.2 | 275041.975 |
| T2 | 1.4 | 548.889 | 1.960 | 2.744 | 3.842 | 768.4444 | 1075.822 | 301279.012 |
| T3 | 1.6 | 526.667 | 2.560 | 4.096 | 6.554 | 842.6667 | 1348.267 | 277377.778 |
| T4 | 1.8 | 508.889 | 3.240 | 5.832 | 10.498 | 916 | 1648.8 | 258967.901 |
| T5 | 2 | 471.111 | 4.000 | 8.000 | 16.000 | 942.2222 | 1884.444 | 221945.679 |
| T6 | 2.2 | 455.556 | 4.840 | 10.648 | 23.426 | 1002.222 | 2204.889 | 207530.864 |
| T7 | 2.4 | 426.667 | 5.760 | 13.824 | 33.178 | 1024 | 2457.6 | 182044.444 |
| T8 | 2.6 | 395.556 | 6.760 | 17.576 | 45.698 | 1028.444 | 2673.956 | 156464.198 |
| T9 | 2.8 | 342.222 | 7.840 | 21.952 | 61.466 | 958.2222 | 2683.022 | 117116.049 |
| Total | 18 | 4586.666667 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 8111.556 | 16732 | 2147279.012 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.28, maka di dapat persamaan :

$$\begin{aligned}
 4586.667 &= 10a & + 18b & + 48,4c \\
 8111.556 &= 18a & + 38,4b & + 86,4c \\
 8111.556 &= 38,4a & + 86,4b & + 202,733
 \end{aligned}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$\begin{aligned}
 a &= 388.6 \\
 b &= 218,8 \\
 c &= -84,35
 \end{aligned}$$

Maka didapat persamaan :

$$y = -84.35x^2 + 218.8x + 388.6$$

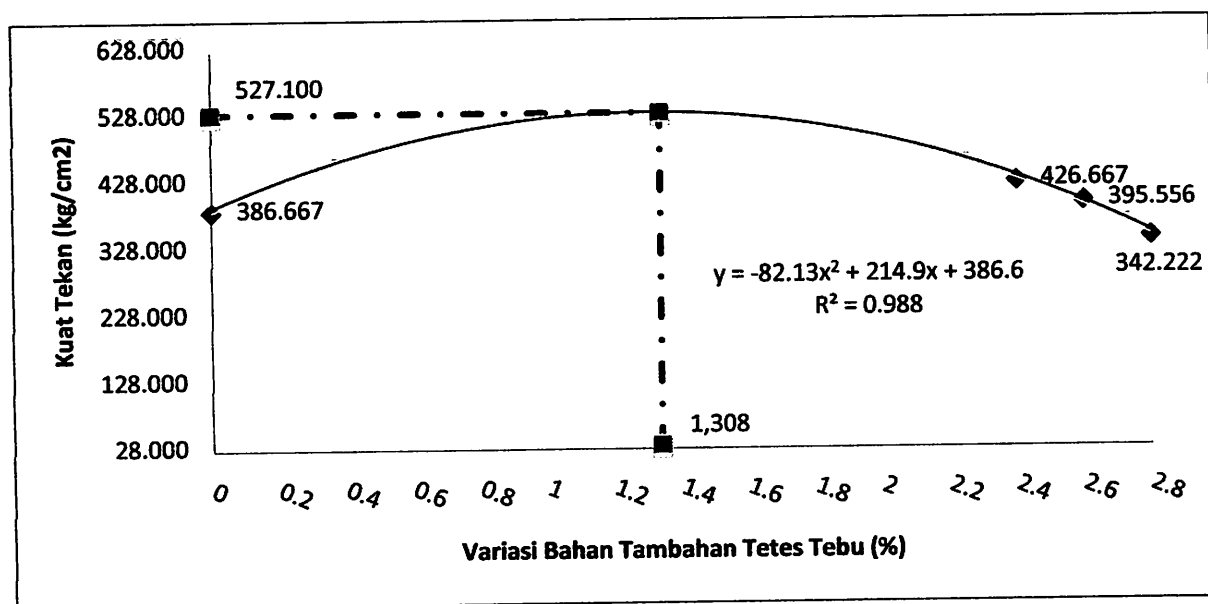
$$\begin{aligned}
 JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
 &= \left\{ 218,8 \left(8111,556 - \frac{4586,667 * 18}{10} \right) \right\} + \left\{ -84,35 \left(16732 - \frac{38,4 * 4586,667}{10} \right) \right\} \\
 &= 42691.10949
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
 &= 2147279.012 - \frac{(4586.666667)^2}{10} \\
 &= 43527.89783
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
 &= \frac{42691.10949}{43527.89783} \\
 &= 0,980
 \end{aligned}$$

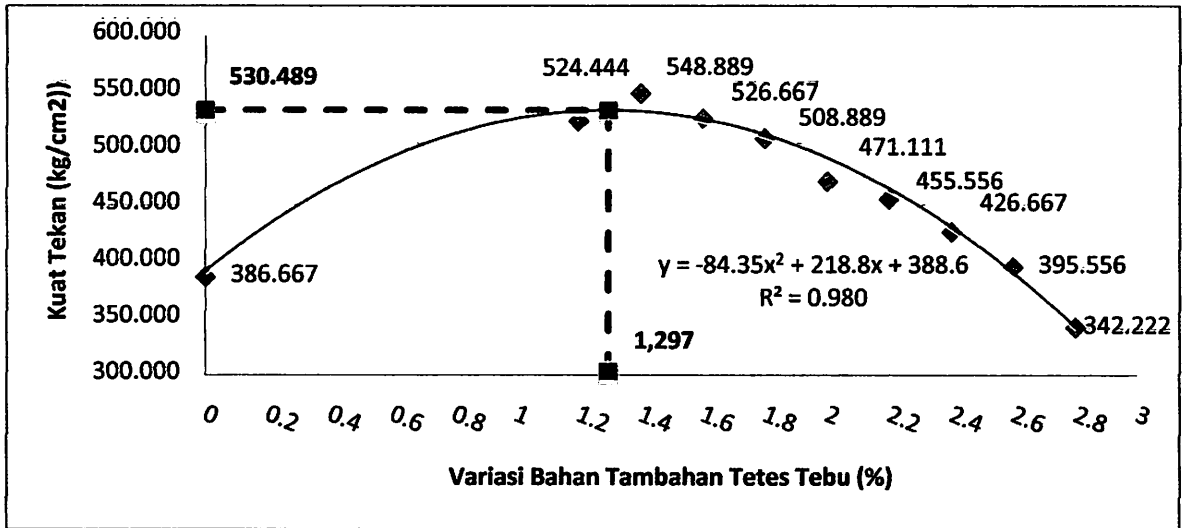
Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tekan* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan tetes* dari variasi 0 % sampai 2,8 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tekan menghasilkan persamaan $Y = -84.35x^2 + 218.8x + 388.6$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,980. Hal ini berarti 98,0 % perubahan dari pada nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.

Grafik 5.1. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan Mortar (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%)



Sumber : data Hasil Penelitian

**Grafik 5.2. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan Mortar
(Variasi 0-2,8%)**



Sumber : data Hasil Penelitian

a. Kuat Tarik Aksial

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

Tabel 5.29. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar

| TARIK AKSIAL | | | | | | | | |
|---------------------|----------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Notasi | x | y | x² | x³ | x⁴ | xy | x²y | y² |
| 0 | 0 | 31.704 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0 | 1005.116 |
| T1 | 1.2 | 39.102 | 1.440 | 1.728 | 2.074 | 46.92198 | 56.30638 | 1528.939 |
| T2 | 1.4 | 39.599 | 1.960 | 2.744 | 3.842 | 55.43817 | 77.61343 | 1568.056 |
| T3 | 1.6 | 37.445 | 2.560 | 4.096 | 6.554 | 59.91278 | 95.86045 | 1402.164 |
| T4 | 1.8 | 36.465 | 3.240 | 5.832 | 10.498 | 65.6362 | 118.1452 | 1329.664 |
| T5 | 2 | 34.810 | 4.000 | 8.000 | 16.000 | 69.61992 | 139.2398 | 1211.733 |
| T6 | 2.2 | 33.946 | 4.840 | 10.648 | 23.426 | 74.68189 | 164.3002 | 1152.352 |
| T7 | 2.4 | 32.374 | 5.760 | 13.824 | 33.178 | 77.69841 | 186.4762 | 1048.098 |
| T8 | 2.6 | 29.637 | 6.760 | 17.576 | 45.698 | 77.05666 | 200.3473 | 878.362 |
| T9 | 2.8 | 27.783 | 7.840 | 21.952 | 61.466 | 77.7928 | 217.8198 | 771.903 |
| Total | 18 | 342.8648807 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 604.7588 | 1256.109 | 11896.38833 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.29, maka di dapat persamaan

$$\begin{aligned}
 342.865 &= 10a & + 18b & + 38,4c \\
 604.7588 &= 18a & + 38,4b & + 86,4c \\
 604.7588 &= 38,4a & + 86,4b & + 202,733
 \end{aligned}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 31,96$$

$$b = 10,88$$

$$c = -4,498$$

Maka didapat persamaan :

$$y = -4.498x^2 + 10.88x + 31.96$$

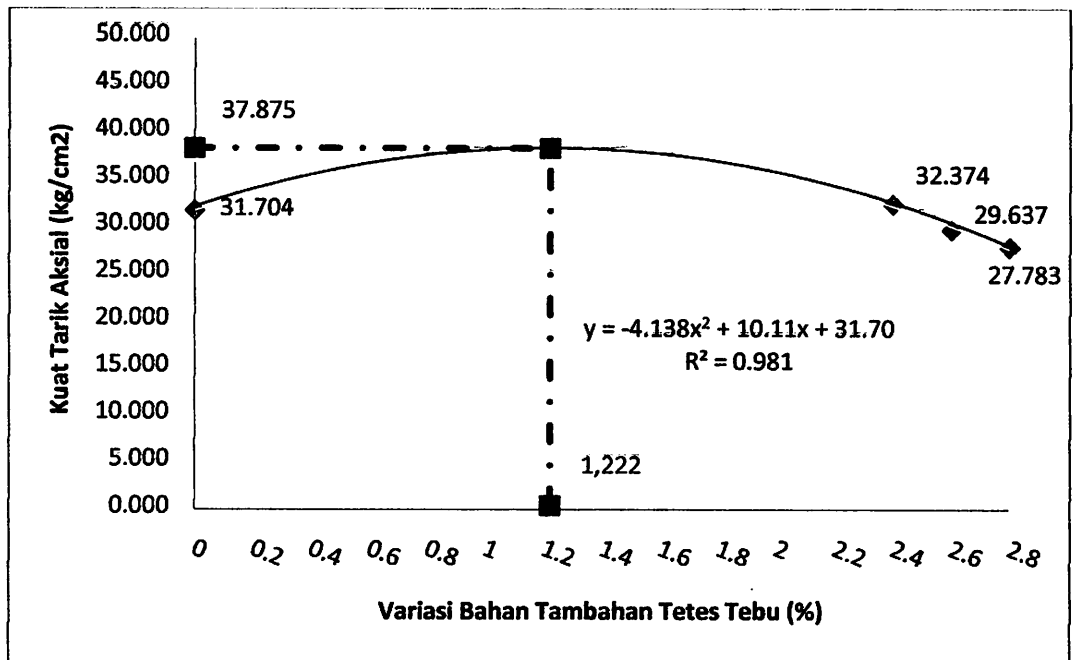
$$\begin{aligned}
 JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
 &= \left\{ 10,88 \left(604,7588 - \frac{18 * 342,865}{10} \right) \right\} + \left\{ -4,498 \left(1256,109 - \frac{38,4 * 342,865}{10} \right) \right\} \\
 &= 137,2032988
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
 &= 11896,388 - \frac{(342,865)^2}{10} \\
 &= 140,7471775
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
 &= \frac{137,2032988}{140,7471775} \\
 &= 0,974
 \end{aligned}$$

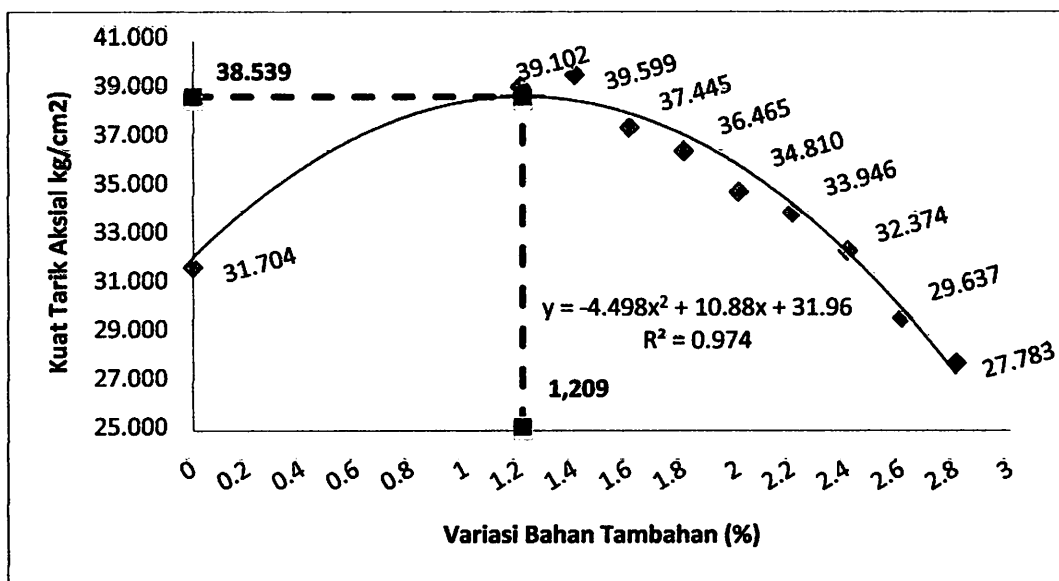
Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah kuat tarik aksial sebagai variabel terikat dengan penambahan variasi bahan tambahan tetes dari variasi 0 % sampai 2,8 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tekan menghasilkan persamaan $y = -4.498x^2 + 10.88x + 31.96$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,974. Hal ini berarti 97,4 % perubahan dari pada nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.

Grafik 5.3. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar (Variasi 0 ;2,4;2,6;2,8%)



Sumber : data hasil penelitian

Grafik 5.4. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar (Variasi 0 - 2,8%)



Sumber : data hasil penelitian

- **Regresi Kuat tarik lentur Mortar**

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

Tabel 5.30. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat tarik lentur I Mortar

| LENTUR AKSIAL | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Notasi | Variasi (%) | Nilai | x² | x³ | x⁴ | xy | x²y | y² |
| 0 | 0 | 75.601 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0 | 5715.568 |
| T1 | 1.2 | 92.471 | 1.440 | 1.728 | 2.074 | 110.9653 | 133.1584 | 8550.905 |
| T2 | 1.4 | 94.970 | 1.960 | 2.744 | 3.842 | 132.9585 | 186.1418 | 9019.362 |
| T3 | 1.6 | 93.096 | 2.560 | 4.096 | 6.554 | 148.9535 | 238.3255 | 8666.848 |
| T4 | 1.8 | 91.221 | 3.240 | 5.832 | 10.498 | 164.1987 | 295.5576 | 8321.361 |
| T5 | 2 | 86.223 | 4.000 | 8.000 | 16.000 | 172.4461 | 344.8922 | 7434.415 |
| T6 | 2.2 | 86.223 | 4.840 | 10.648 | 23.426 | 189.6907 | 417.3196 | 7434.415 |
| T7 | 2.4 | 80.600 | 5.760 | 13.824 | 33.178 | 193.4396 | 464.2549 | 6496.330 |
| T8 | 2.6 | 71.853 | 6.760 | 17.576 | 45.698 | 186.8166 | 485.7232 | 5162.788 |
| T9 | 2.8 | 63.730 | 7.840 | 21.952 | 61.466 | 178.4442 | 499.6439 | 4061.524 |
| Total | 18 | 835.9887535 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 1477.913 | 3065.017 | 70863.51588 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

.Dari Tabel 5.30, maka di dapat persamaan :

$$\begin{array}{rclcl} 835.9887 & = & 10a & + & 18b & + & 38,4c \\ 1477.913 & = & 18a & + & 38,4b & + & 86,4c \\ 1477.913 & = & 38,4a & + & 86,4b & + & 202,733 \end{array}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$\begin{array}{rcl} a & = & 75,12 \\ b & = & 30,96 \\ c & = & -12,30 \end{array}$$

Maka didapat persamaan :

$$y = -12.30x^2 + 30.96x + 75.12$$

$$JK(b|a) = \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\}$$

=

$$\left\{ 30,96 \left(1477.913 - \frac{835.9887535 * 18}{10} \right) \right\} + \left\{ -12.30 \left(3065.017 - \frac{38,4 * 835.9887535}{10} \right) \right\}$$

$$= 953.9171253$$

$$JK(E) = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}$$

$$= 70863.51588 - \frac{(835.9887535)^2}{10}$$

$$= 975.7962822$$

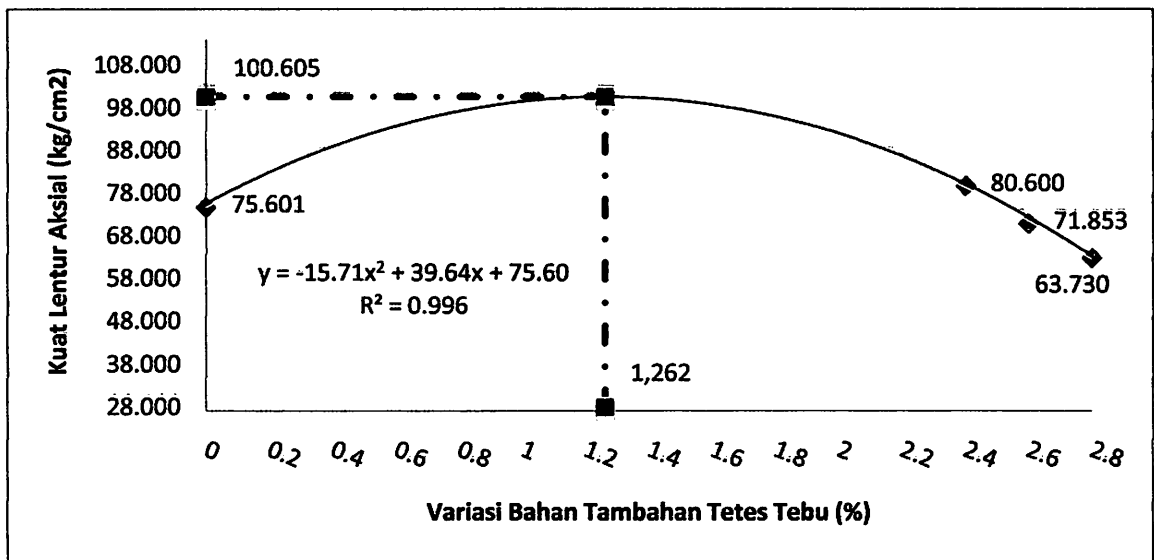
$$R^2 = \frac{JK(b|a)}{JK(E)}$$

$$= \frac{953.9171253}{975.7962822}$$

$$= 0,978$$

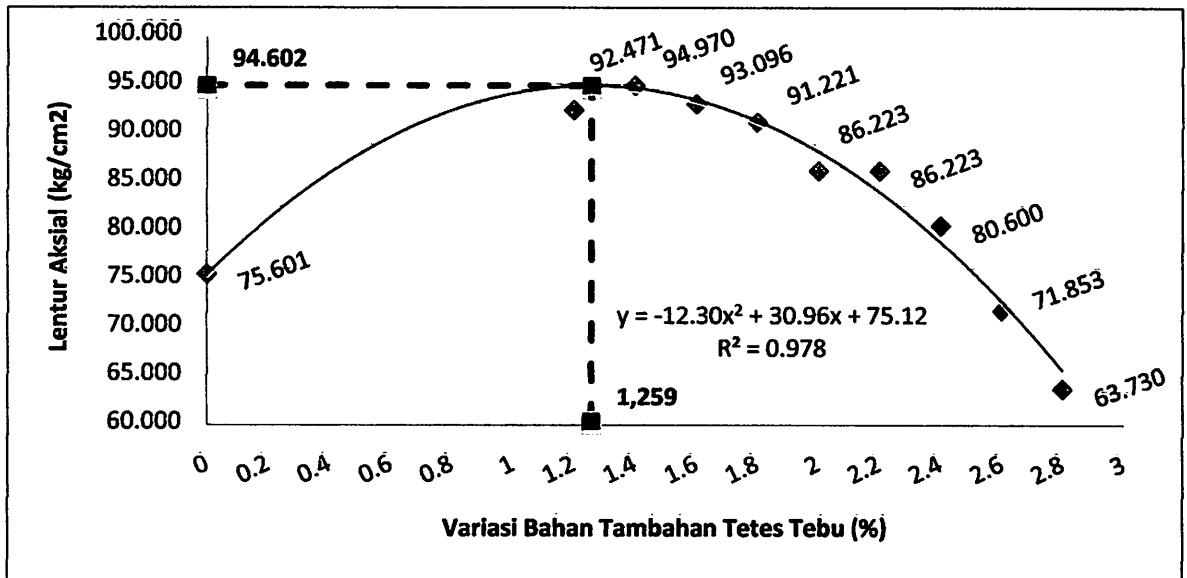
Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tarik lentur* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan tetes* dari variasi 0 % sampai 2,8 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tekan menghasilkan persamaan $Y = -12.30x^2 + 30.96x + 75.12$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,978. Hal ini berarti 97.8 % perubahan dari pada nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.

Grafik 5.5. Analisa Regresi Untuk Kuat tarik lentur Mortar (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%)



Sumber : data hasil penelitian

Grafik 5.6. Analisa Regresi Untuk Kuat tarik lentur Mortar (Variasi 0-2,8%)



Sumber : data hasil penelitian

5.1.8. Nilai Optimum Variasi Campuran

- Variasi 0;2,4;2,6;2,8%

Nilai variasi optimum campuran adalah suatu nilai puncak dari grafik parabola polinier yang didapat dari regresi. Adapun cara mendapatkan nilai optimum adalah dengan mencari nilai defrensial atau menurunkan persamaan polinier kuadrat dimana $Y = 0$.

Sebagai contoh perhitungan, akan dicari nilai kuat tekan optimum dari variasi 0;2,4;2,6;2,8%

– Persamaan Kuat Tekan Mortar :

$$Y = -82.13x^2 + 214.9x + 386.6$$

$$R^2 = 0.988$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-82.13)x + 214.9 = 0$$

$$-164.26 + 214.9 = 0$$

$$x = \frac{214.9}{164.26}$$

$$x = 1,308$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi x = 1,308

$$Y = -82.13*(1.308)^2 + 214.9*(1.308) + 386.6$$

$$Y = 527.176 \text{ Mpa}$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum untuk variasi 1.308% (variasi 0;2,4;2,6;2,8%) sebesar 527.176 Mpa. Sebagai variasi acuan dipakai variasi optimum dari kuat tekan mortar dengan variasi optimum sebesar 1.308 %.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

Tabel 5.31. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0;2,4;2,6;2,8%)

| No | Keterangan | Variasi Optimum (%) | Nilai Optimum (kg/cm2) |
|----|-------------------|---------------------|------------------------|
| 1 | Kuat Tekan | 1.308 | 527.176 |
| 2 | Kuat Tarik Aksial | 1.222 | 37.875 |
| 3 | Kuat tarik lentur | 1.262 | 100.605 |

Sumber : data hasil penelitian

Tabel 5.32. Tabel Variasi dan Nilai Optimum Dominan
(Untuk Variasi 0:2.4:2.6:2.8%)

| No | Keterangan | Variasi Optimum (%) | Nilai Optimum Dominan (kg/cm2) |
|----|--------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1 | Kuat Tekan | 1.308 | 527.176 |
| 2 | Kuat Tarik Aksial | | 37.844 |
| 3 | Kuat tarik lentur Aksial | | 100.571 |

Sumber : data hasil penelitian

- **Variasi 0 – 2,8 %**

Nilai variasi optimum campuran adalah suatu nilai puncak dari grafik parabola polinier yang didapat dari regresi. Adapun cara mendapatkan nilai optimum adalah dengan mencari nilai defrensial atau menurunkan persamaan polinier kuadrat dimana $Y = 0$.

Sebagai contoh perhitungan, akan dicari nilai kuat tekan optimum dari variasi 0 – 2,8 %.

– Persamaan Kuat Tekan mortar :

$$y = -84.35x^2 + 218.8x + 388.6$$

$$R^2 = 0.980$$

– Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-84.35)x + 218.8 = 0$$

$$-168.7x + 218.8 = 0$$

$$x = \frac{218.8}{168.7}$$

$$x = 1.297$$

– Kuat Tekan Optimum, variasi $x = 1.239$

$$y = -84.35*(1.297)^2 + 218.8*(1.297) + 388.6$$

$$Y = 530.489\text{Mpa}$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum untuk variasi 1,297 % (variasi 0-2,8%) sebesar 530.489 Mpa. Sebagai variasi acuan dipakai variasi optimum dari kuat tekan mortar dengan variasi optimum sebesar 1.297 %.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

**Tabel 5.33. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-2,8%)**

| No | Keterangan | Variasi Optimum (%) | Nilai Optimum (Kg/cm2) |
|-----------|-------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 1 | Kuat Tekan | 1.297 | 530.489 |
| 2 | Kuat Tarik Aksial | 1.209 | 38.539 |
| 3 | Kuat tarik lentur | 1.259 | 94.602 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.34. Tabel Variasi dan Nilai Optimum Dominan
(Untuk Variasi 0-2,8%)**

| No | Keterangan | Variasi Optimum (%) | Nilai Optimum Acuan (kg/cm2) |
|-----------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Kuat Tekan | 1.297 | 388.600 |
| 2 | Kuat Tarik Aksial | | 31.960 |
| 3 | Kuat tarik lentur Aksial | | 75.120 |

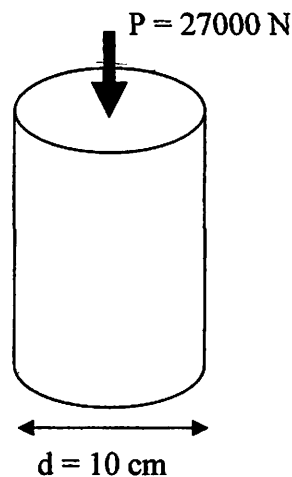
Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2. Uji Beton

5.2.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Untuk pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder kecil yang berdimensi 100 x 200 mm pada umur 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.

CONTOH PERHITNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Diketahui :

$$P = 24000 \text{ N}$$

$$d = 10 \text{ cm} = 100 \text{ mm}$$

maka,

- ✓ Tegangan Hancur 28 hari

$$= \frac{P}{A} \times F_u \times F_b$$

$$= \frac{27000}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 100^2} \times 1 \times 1,04$$

$$= 35,77 \text{ MPa}$$

Dimana :

- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas permukaan benda uji (mm²)
- Fu = Faktor umur 28 hari = 1
- Fb = Faktor Bentuk (konversi silinder
100 x 200 → 150 x 300) = 1,04

- Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari

✓ Kuat tekan rata – rata

$$f'_{cr} = \frac{\sum_1^n f_c' i}{n}$$

$$= \frac{537,89}{15}$$

$$= 35,86 \text{ Mpa}$$

✓ Standart Deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'_c - f_{c'r})^2}{n-1}}$$

$$\equiv \sqrt{\frac{((35,77-35,86)^2 + (34,45-35,86)^2 + \dots + (35,77-35,86)^2)}{15-1}}$$

$$= 5,263 \text{ Mpa}$$

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

$$s = 5,263 \times 1,16$$

$$= 6,105 \text{ Mpa}$$

✓ Kuat Tekan karakteristik beton

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

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

$$= 35,86 - (1,34 \times 6,105)$$

$$= 27,678 \text{ Mpa(Persamaan 1)}$$

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

$$f'_c = f'_{cr} - (2,33 \times 6,105 + 3,5)$$

$$= 35,86 - (2,33 \times 6,05 + 3,5)$$

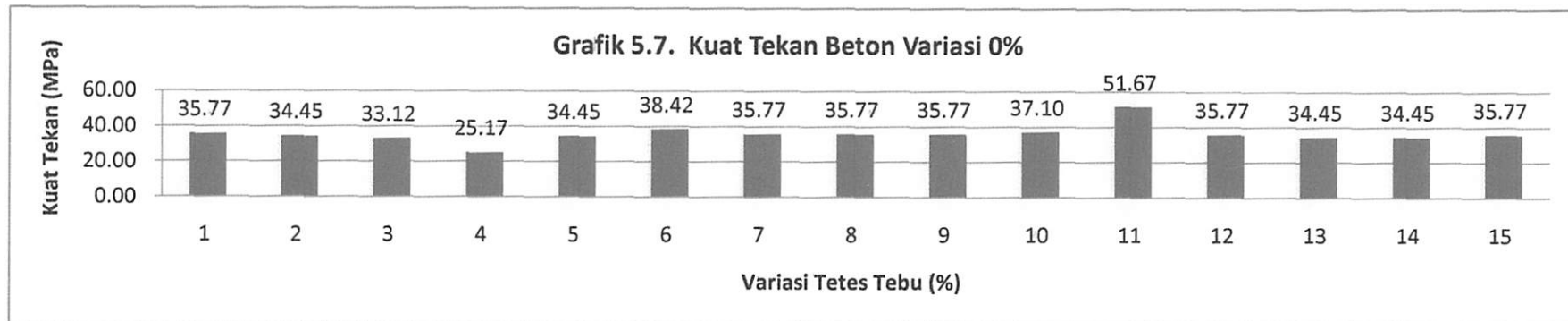
$$= 25,134 \text{ Mpa(Persamaan 2)}$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terkecil yaitu 25,134 Mpa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tengangan tekan karakteristik beton untuk variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.35.Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 0,0%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | Tekanan hancur (N) | Teg. Hancur riil (MPa) | Teg. Hancur 28 hari (MPa) | f_{cr} (MPa) | $(f_c - f_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f_c (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|------------|----------------|
| 1 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.94 | 270000 | 34.39 | 35.77 | 35.86 | 0.008 | 6.105 | 25.134 |
| 2 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.90 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 1.997 | | |
| 3 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.88 | 250000 | 31.85 | 33.12 | | 7.497 | | |
| 4 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.95 | 190000 | 24.20 | 25.17 | | 114.213 | | |
| 5 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.94 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 1.997 | | |
| 6 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.83 | 290000 | 36.94 | 38.42 | | 6.561 | | |
| 7 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.90 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.008 | | |
| 8 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.91 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.008 | | |
| 9 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.89 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.008 | | |
| 10 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.98 | 280000 | 35.67 | 37.10 | | 1.529 | | |
| 11 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.83 | 390000 | 49.68 | 51.67 | | 249.949 | | |
| 12 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4.09 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.008 | | |
| 13 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.79 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 1.997 | | |
| 14 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.94 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 1.997 | | |
| 15 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.96 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.008 | | |
| | | | | | | | | 537.89 | | 387.783 | | |

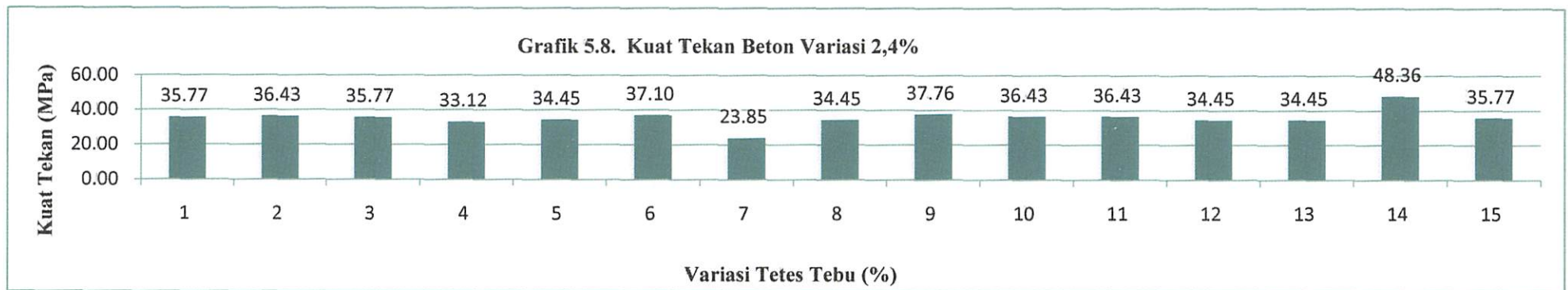
Sumber : Data Hasil Penelitian



Tabel 5.36.Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 2,4%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | Tekanan hancur (N) | Teg. Hancur ril (MPa) | Teg. Hancur 28 hari (MPa) | fcr (MPa) | $(f_c - f_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f _c (MPa) |
|-----|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|-----------|--------------------------|---------|----------------------|
| 1 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.85 | 270000 | 34.39 | 35.77 | 35.64 | 0.018 | 5.558 | 26.189 |
| 2 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.74 | 275000 | 35.03 | 36.43 | | 0.632 | | |
| 3 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.90 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.018 | | |
| 4 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.97 | 250000 | 31.85 | 33.12 | | 6.336 | | |
| 5 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.68 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 1.422 | | |
| 6 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.45 | 280000 | 35.67 | 37.10 | | 2.124 | | |
| 7 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.76 | 180000 | 22.93 | 23.85 | | 139.030 | | |
| 8 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.88 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 1.422 | | |
| 9 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.57 | 285000 | 36.31 | 37.76 | | 4.493 | | |
| 10 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.96 | 275000 | 35.03 | 36.43 | | 0.632 | | |
| 11 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.83 | 275000 | 35.03 | 36.43 | | 0.632 | | |
| 12 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.85 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 1.422 | | |
| 13 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.96 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 1.422 | | |
| 14 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.91 | 365000 | 46.50 | 48.36 | | 161.760 | | |
| 15 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.86 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.018 | | |
| | | | | | | | | 534.57 | | 321.378 | | |

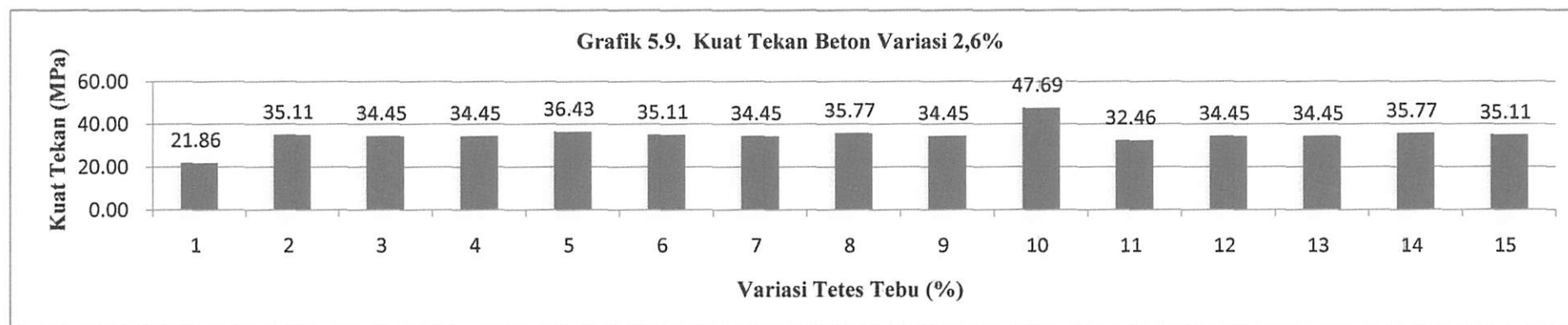
Sumber : Data Hasil Penelitian



Tabel 5.37. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 2,6%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | Tekanan hancur (N) | Teg. Hancur riil (MPa) | Teg. Hancur 28 hari (MPa) | f _{cr} (MPa) | (f _c -f _{cr}) ² (MPa) | s (MPa) | f _c (MPa) |
|-----|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|--------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|---|---------|----------------------|
| 1 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.67 | 165000 | 21.02 | 21.86 | 34.80 | 167.425 | 5.757 | 24.886 |
| 2 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.91 | 265000 | 33.76 | 35.11 | | 0.096 | | |
| 3 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.90 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.125 | | |
| 4 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.97 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.125 | | |
| 5 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.68 | 275000 | 35.03 | 36.43 | | 2.670 | | |
| 6 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.33 | 265000 | 33.76 | 35.11 | | 0.096 | | |
| 7 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.76 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.125 | | |
| 8 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.88 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.944 | | |
| 9 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.57 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.125 | | |
| 10 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.69 | 360000 | 45.86 | 47.69 | | 166.284 | | |
| 11 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.83 | 245000 | 31.21 | 32.46 | | 5.478 | | |
| 12 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.58 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.125 | | |
| 13 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.96 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.125 | | |
| 14 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.86 | 270000 | 34.39 | 35.77 | | 0.944 | | |
| 15 | 22-Oct-10 | 11/0/1900 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3.71 | 265000 | 33.76 | 35.11 | | 0.096 | | |
| | | | | | | | | 521.99 | | 344.780 | | |

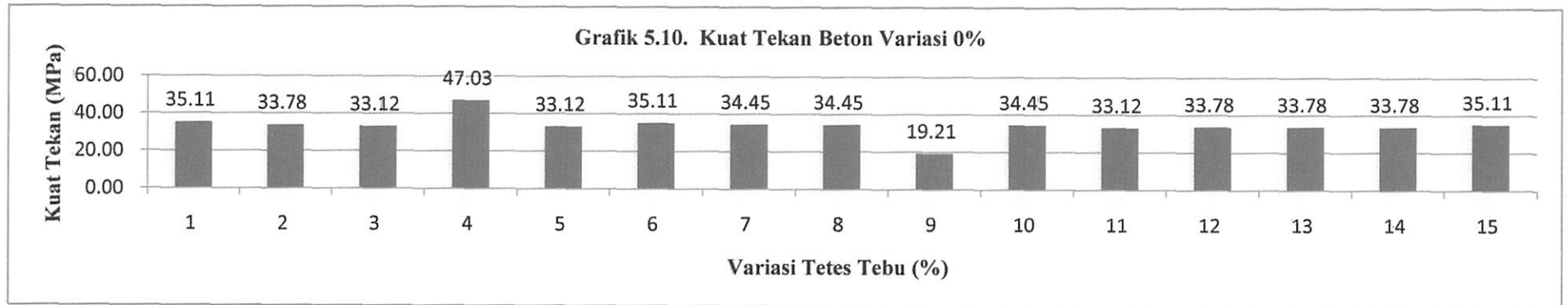
Sumber : Data Hasil Penelitian



Tabel 5.38.Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 2,8%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | Tekanan hancur (N) | Teg. Hancur riil (MPa) | Teg. Hancur 28 hari (MPa) | fcr (MPa) | $(f_c - f_{cr})^2$ (MPa) | s (MPa) | f _c (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|------------|-------------------------|
| 1 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,88 | 265000 | 33.76 | 35.11 | 33.96 | 1.318 | 6.164 | 23.098 |
| 2 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,98 | 255000 | 32.48 | 33.78 | | 0.031 | | |
| 3 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,84 | 250000 | 31.85 | 33.12 | | 0.704 | | |
| 4 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,97 | 355000 | 45.22 | 47.03 | | 170.871 | | |
| 5 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,87 | 250000 | 31.85 | 33.12 | | 0.704 | | |
| 6 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,97 | 265000 | 33.76 | 35.11 | | 1.318 | | |
| 7 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,92 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.236 | | |
| 8 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,91 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.236 | | |
| 9 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,95 | 145000 | 18.47 | 19.21 | | 217.559 | | |
| 10 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,85 | 260000 | 33.12 | 34.45 | | 0.236 | | |
| 11 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,90 | 250000 | 31.85 | 33.12 | | 0.704 | | |
| 12 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,99 | 255000 | 32.48 | 33.78 | | 0.031 | | |
| 13 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,88 | 255000 | 32.48 | 33.78 | | 0.031 | | |
| 14 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,95 | 255000 | 32.48 | 33.78 | | 0.031 | | |
| 15 | 25-Nov-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3,92 | 265000 | 33.76 | 35.11 | | 1.318 | | |
| | | | | | | | | 509.40 | | 395.330 | | |

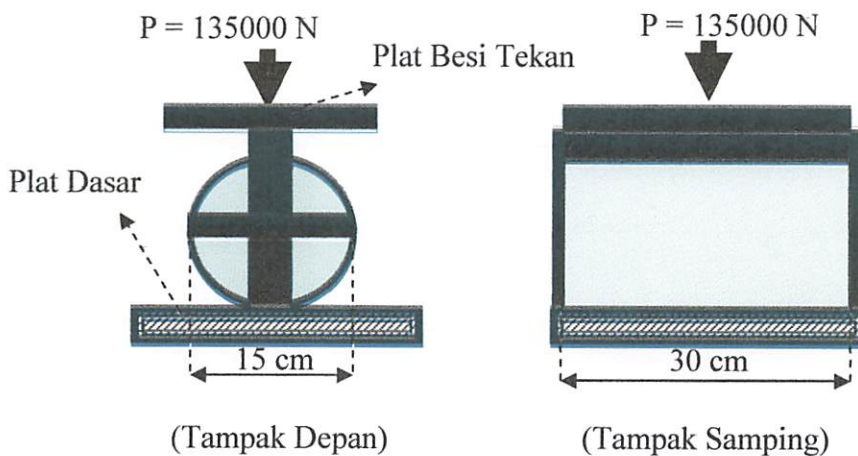
Sumber : Data Hasil Penelitian



.2.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik belah

Untuk pengujian tarik belah beton dilakukan pada benda uji silinder 150 x 300 mm pada umur 28 hari. Terdapat 4 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing – masing perlakuan berjumlah 3 benda uji. Metode untuk menguji tegangan tarik belah beton ini dinamakan split silinder 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, sedangkn untuk keseluruhan tiga perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Keterangan :

$$P = 135000 \text{ N}$$

$$d = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

$$L = 30 \text{ cm} = 300 \text{ mm}$$

maka,

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat Tarik Belah} &= \frac{2.P}{3,14.d.L} \\
 &= \frac{2.135000}{3,14.150.300} \\
 &= 1,91 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dimana :

P = Beban maksimum (N)

d = Diameter benda uji (mm)

L = Panjang benda uji (mm)

Selanjutnya hasil perhitungan kuat tarik belah untuk variasi 0%, 2,4%, 2,6% dan 2,8% disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.39.Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 0,0%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | Tekanan P (N) | Kuat Tarik Belah (MPa) | Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.69 | 135000 | 1.91 | 1.93 |
| 2 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.67 | 145000 | 2.05 | |
| 3 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.68 | 130000 | 1.84 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.40..Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 2,4%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | Tekanan P (N) | Kuat Tarik Belah (MPa) | Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.75 | 130000 | 1.84 | 1.86 |
| 2 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.79 | 135000 | 1.91 | |
| 3 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.80 | 130000 | 1.84 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.41. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 2,6%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | Tekanan P (N) | Kuat Tarik Belah (MPa) | Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa) |
|-----|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|---------------|------------------------|----------------------------------|
| 1 | 21-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.66 | 120000 | 1.70 | 1.67 |
| 2 | 21-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.81 | 125000 | 1.77 | |
| 3 | 21-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.76 | 110000 | 1.56 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.42. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 2,8%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | Tekanan P (N) | Kuat Tarik Belah (MPa) | Kuat Tarik Belah Rata-rata (MPa) |
|-----|--------------|--------------|-------------|------------------|------------|---------------|------------------------|----------------------------------|
| 1 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.60 | 100000 | 1.42 | 1.49 |
| 2 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.55 | 110000 | 1.56 | |
| 3 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.54 | 105000 | 1.49 | |

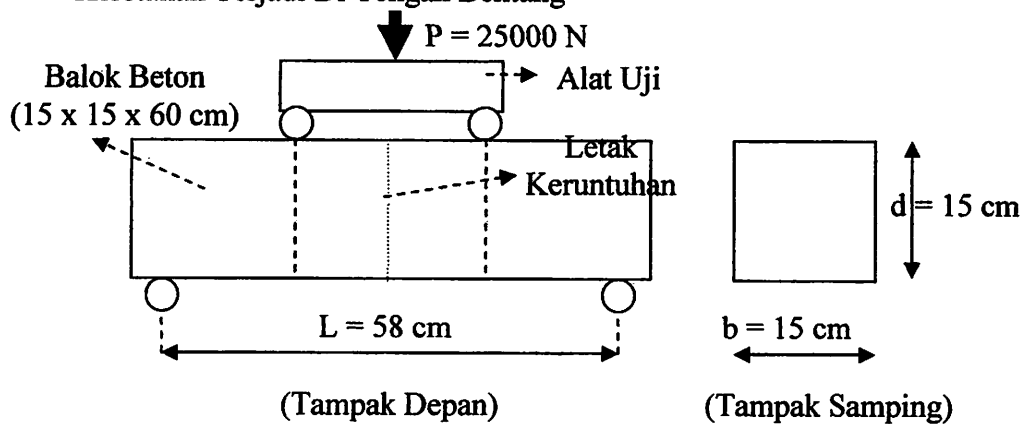
Sumber : Data Hasil Penelitian

2.3. Hasil 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 4 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing – masing perlakuan berjumlah 3 benda uji. Sebagai penjelasan dari analisis 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.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I

- Keretakan Terjadi Di Tengah Bentang



Gambar 5.6. Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Benda uji I (Variasi 0%)

Diketahui :

$$P = 25000 \text{ N} \qquad b = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

$$L = 58 \text{ cm} = 580 \text{ mm} \qquad d = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

maka,

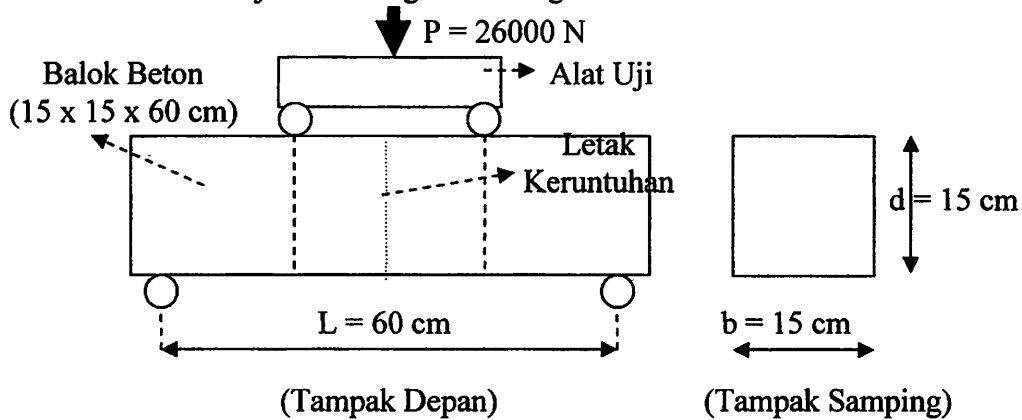
- Perhitungan Kuat Tarik Lentur beton

(persamaan kuat tarik lentur beton untuk keretakan ditengah bentang)

$$\text{Kuat Tarik Lentur} = \frac{570.P}{b.d^2} = \frac{25000.570}{150.150^2} = 4,22 \text{ Mpa}$$

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI II

- Keretakan Terjadi Di Tengah Bentang



Gambar 5.7. Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Benda uji II (Variasi 0%)

Diketahui :

$$P = 26000 \text{ N}$$

$$b = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

$$L = 60 \text{ cm} = 600 \text{ mm}$$

$$d = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

- Perhitungan Kuat Tarik Lentur beton

(persamaan kuat tarik lentur beton untuk keretakan ditengah bentang)

$$\text{Kuat Tarik Lentur} = \frac{600.P}{b.d^2} = \frac{26000.600}{150.150^2} = 4,62 \text{ Mpa}$$

Dimana :

P = Beban Maksimum (N)

b = Lebar Balok (mm)

L = Panjang benda uji (mm)

d = tinggi balok (mm)

Selanjutnya hasil perhitungan kuat tarik lentur untuk variasi 0%, 2,4%, 2,6% dan 2,8% disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.43. Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Variasi 0,0%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Letak Keruntuhan | L (mm) | Berat (kg) | Tekanan P (N) | Kuat Tarik Lentur fr (MPa) | Kuat Tarik Lentur Rata-rata Rata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|------------------|--------|---------------|------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 580 | 35.53 | 25000 | 4.22 | 4.43 |
| 2 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 600 | 32.74 | 26000 | 4.62 | |
| 3 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 600 | 33.04 | 25000 | 4.44 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.44. Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Variasi 2,4%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Letak Keruntuhan | L (mm) | Berat (kg) | Tekanan P (N) | Kuat Tarik Lentur fr (MPa) | Kuat Tarik Lentur Rata-rata Rata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|------------------|--------|---------------|------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 600 | 34.20 | 26000 | 4.62 | 4.49 |
| 2 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 580 | 33.98 | 25500 | 4.31 | |
| 3 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 600 | 34.00 | 25500 | 4.53 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.45. Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Variasi 2,6%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Letak Keruntuhan | L (mm) | Berat (kg) | Tekanan P (N) | Kuat Tarik Lentur fr (MPa) | Kuat Tarik Lentur Rata-rataRata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|------------------|--------|---------------|------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 580 | 34.44 | 24000 | 4.05 | 4.28 |
| 2 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 600 | 34.21 | 24500 | 4.36 | |
| 3 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 600 | 33.22 | 25000 | 4.44 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.46. Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Variasi 2,8%

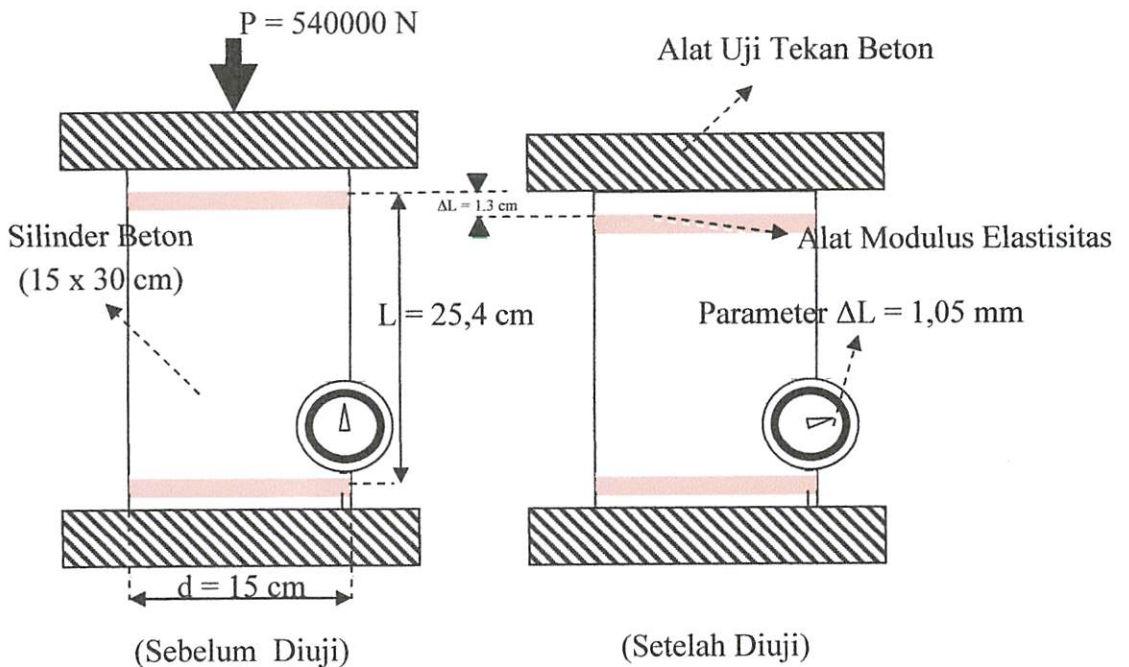
| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Letak Keruntuhan | L (mm) | Berat (kg) | Tekanan P (N) | Kuat Tarik Lentur fr (MPa) | Kuat Tarik Lentur Rata-rataRata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|------------------|--------|---------------|------------------|-------------------------------|---|
| 1 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 600 | 35.44 | 23000 | 4.09 | 4.05 |
| 2 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 600 | 33.76 | 23000 | 4.09 | |
| 3 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Tengah Bentang | 580 | 32.89 | 23500 | 3.97 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

.2.4. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Beton

Untuk pengujian Modulus Elastisitas Beton ini dilakukan pada benda uji silinder 150 x 300 mm pada umur 28 hari. Terdapat 4 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.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.8. Pengujian Modulus Elastisitas

Diketahui :

$$P = 540000 \text{ N}$$

$$L = 25,4 \text{ cm} = 254 \text{ mm}$$

$$d = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 1,3 \text{ mm}$$

Maka,

- Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)

$$\begin{aligned} \text{Rengangan Beton} &= \frac{\Delta L}{L} \\ &= \frac{1,3}{254} \\ &= 0,005 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Beton} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{540000}{0,25 \times 3,14 \times 150^2} \\ &= 30,57 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Perhitungan Modulus Elastisitas Beton (E_c)

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas Beton} &= \frac{f'c}{\epsilon} \\ &= \frac{30,57}{0,005} \\ &= 5973,54 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

$$\begin{aligned} \text{M. Elastisitas Teoritis} &= 4700 \times \sqrt{f'c} \\ &= 4700 \times \sqrt{30,57} \\ &= 25987,75 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Dimana :

ϵ = Regangan

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

L = Panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (Mpa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Permukaan benda uji (mm²)

E_c = Modulus Elastisitas (Mpa)

E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (Mpa)

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

Tabel 5.47. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 0,0%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | P (N) | L (mm) | ΔL (mm) | ϵ | f_c (MPa) | E_c (MPa) | Eteoritis (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|----------|-----------|--------------------|------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.58 | 540000 | 254 | 1.3 | 0.005 | 30.573 | 5973.542 | 25987.748 | 6047.290 |
| 2 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.79 | 520000 | 254 | 1.2 | 0.005 | 29.441 | 6231.658 | 25501.953 | |
| 3 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.67 | 520000 | 254 | 1.2 | 0.005 | 29.441 | 6231.658 | 25501.953 | |
| 4 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.66 | 520000 | 254 | 1.3 | 0.005 | 29.441 | 5752.300 | 25501.953 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.48. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 2,4%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | P (N) | L (mm) | ΔL (mm) | ϵ | f_c (MPa) | E_c (MPa) | Eteoritis (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|----------|-----------|--------------------|------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.60 | 614000 | 254 | 1.2 | 0.005 | 34.763 | 7358.151 | 27711.240 | 7189.453 |
| 2 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.87 | 589000 | 254 | 1.3 | 0.005 | 33.347 | 6515.586 | 27141.223 | |
| 3 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.69 | 594000 | 254 | 1.2 | 0.005 | 33.631 | 7118.471 | 27256.180 | |
| 4 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.74 | 594000 | 254 | 1.1 | 0.004 | 33.631 | 7765.605 | 27256.180 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.49. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 2,6%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | P (N) | L (mm) | ΔL (mm) | ϵ | f_c (MPa) | E_c (MPa) | Eteoritis (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|----------|-----------|--------------------|------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.60 | 599000 | 254 | 1.3 | 0.005 | 33.914 | 6626.207 | 27370.654 | 6869.867 |
| 2 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.87 | 574000 | 254 | 1.2 | 0.005 | 32.498 | 6878.792 | 26793.393 | |
| 3 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.69 | 579000 | 254 | 1.3 | 0.005 | 32.781 | 6404.965 | 26909.836 | |
| 4 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.74 | 579000 | 254 | 1.1 | 0.004 | 32.781 | 7569.504 | 26909.836 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.50. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 2,8%

| No. | Tanggal buat | Tanggal test | Umur (hari) | Bentuk benda uji | Berat (kg) | P (N) | L (mm) | ΔL (mm) | ϵ | f_c (MPa) | E_c (MPa) | Eteoritis (MPa) | Rata-rata (MPa) |
|-----|-----------------|-----------------|----------------|---------------------|---------------|----------|-----------|--------------------|------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.32 | 584000 | 254 | 1.2 | 0.005 | 33.064 | 6998.632 | 27025.777 | 6552.921 |
| 2 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.67 | 562000 | 254 | 1.2 | 0.005 | 31.819 | 6734.985 | 26511.844 | |
| 3 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.77 | 564000 | 254 | 1.3 | 0.005 | 31.932 | 6239.033 | 26558.976 | |
| 4 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 15 x 30 | 12.34 | 564000 | 254 | 1.3 | 0.005 | 31.932 | 6239.033 | 26558.976 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

.2.5. Hasil Pengujian Porositas Beton

Untuk pengujian Porositas beton ini dilakukan pada benda uji silinder 100 x 200 mm pada umur 28 hari. Terdapat 4 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.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I

- Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

$$\begin{aligned}\text{Volume Pori Terbuka} &= \frac{W_{ssd} - W_a}{B_{j \text{ air}}} \\ &= \frac{4020 - 3830}{1} \\ &= 190 \text{ ml}\end{aligned}$$

- Perhitungan Porositas

$$\begin{aligned}\text{Porositas} &= \frac{V_p}{V_{\text{benda uji}}} \times 100 \% \\ &= \frac{190}{3,14 \times 20 \times 5^2} \times 100 \% \\ &= 12,10 \%\end{aligned}$$

Dimana :

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

W_a = Berat benda uji keadaan kering oven (gr)

B_{j air} = Berat jenis air 1 gr/ml

V_{b uji} = Volume benda uji (cm³, dimana : 1 ml = 1cm³)

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

Tabel 5.51. Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 0,0%

| No. | Tanggal | Tanggal | Umur | Bentuk | Wssd | Wa | Porositas | Porositas Rata-rata |
|-----|-----------|-----------|--------|------------------|------|------|-----------|---------------------|
| | buat | test | (hari) | benda uji | (gr) | (gr) | (%) | (%) |
| 1 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4020 | 3830 | 12.10 | 11.51 |
| 2 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3994 | 3832 | 10.32 | |
| 3 | 18-Oct-10 | 15-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4030 | 3840 | 12.10 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.52. Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 2,4%

| No. | Tanggal | Tanggal | Umur | Bentuk | Wssd | Wa | Porositas | Porositas Rata-rata |
|-----|-----------|-----------|--------|------------------|------|------|-----------|---------------------|
| | buat | test | (hari) | benda uji | (gr) | (gr) | (%) | (%) |
| 1 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4000 | 3812 | 11.97 | 11.72 |
| 2 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3974 | 3816 | 10.06 | |
| 3 | 21-Oct-10 | 18-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4010 | 3804 | 13.12 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.53. Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 2,6%

| No. | Tanggal | Tanggal | Umur | Bentuk | Wssd | Wa | Porositas | Porositas Rata-rata |
|-----|-----------|-----------|--------|------------------|------|------|-----------|---------------------|
| | buat | test | (hari) | benda uji | (gr) | (gr) | (%) | (%) |
| 1 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4010 | 3804 | 13.12 | 12.57 |
| 2 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3984 | 3802 | 11.59 | |
| 3 | 22-Oct-10 | 19-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4020 | 3816 | 12.99 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.54. Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 2,8%

| No. | Tanggal | Tanggal | Umur | Bentuk | Wssd | Wa | Porositas | Porositas Rata-rata |
|-----|-----------|-----------|--------|------------------|------|------|-----------|---------------------|
| | buat | test | (hari) | benda uji | (gr) | (gr) | (%) | (%) |
| 1 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4020 | 3796 | 14.27 | 13.65 |
| 2 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 3994 | 3793 | 12.80 | |
| 3 | 25-Oct-10 | 22-Nov-10 | 28 | Silinder 10 x 20 | 4030 | 3812 | 13.89 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.6. Hasil Pengujian Workabilitas

Pengujian workabilitas ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu uji slum dengan krucut abraham dan uji faktor kepadatan. Setiap campuran beton basah setiap variasinya diuji sebanyak 3 kali.

Methodode compacting factor tes ini berdasarkan British Standar 1881, yang diringkas dalam jurnal International Center for Aggregates Reseach, sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian workabilitas sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data workabilitas dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I

– Perhitungan Faktor Kepadatan (Compacting Factor)

$$CF = \frac{W_{jatuh}}{W_{padat}}$$

$$CF = \frac{21,02}{23,35}$$

$$CF = 0,900$$

Dimana :

CF = Compacting factor/ faktor kepadatan

W_{jatuh} = Berat campuran beton setelah melalui pengujian
aparatus comapacting (kg)

W_{padat} = Berat campuran beton setelah dipadatkan

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan.

Tabel 5.55. Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 0,0%

| No. | Tanggal test | Slump (mm) | W Jatuh (kg) | W padat (kg) | Compacting Factor | Rata-rata |
|-----|--------------|------------|--------------|--------------|-------------------|-----------|
| 1 | 18-Okt-10 | 75 | 21,02 | 23,35 | 0,900 | 0,900 |
| 2 | | | 21,01 | 23,36 | 0,899 | |
| 3 | | | 21,04 | 23,34 | 0,901 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.56. Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 2,4%

| No. | Tanggal test | Slump (mm) | W Jatuh (kg) | W padat (kg) | Compacting Factor | Rata-rata |
|-----|--------------|------------|--------------|--------------|-------------------|-----------|
| 1 | 21-Oct-10 | 65 | 21.12 | 23.45 | 0.901 | 0.901 |
| 2 | | | 21.15 | 23.46 | 0.902 | |
| 3 | | | 21.19 | 23.49 | 0.902 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.57. Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 2,6%

| No. | Tanggal test | Slump (mm) | W Jatuh (kg) | W padat (kg) | Compacting Factor | Rata-rata |
|-----|--------------|------------|--------------|--------------|-------------------|-----------|
| 1 | 22-Oct-10 | 75 | 21.01 | 23.5 | 0.894 | 0.892 |
| 2 | | | 20.85 | 23.43 | 0.890 | |
| 3 | | | 20.94 | 23.47 | 0.892 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.58. Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 2,8%

| No. | Tanggal test | Slump (mm) | W Jatuh (kg) | W padat (kg) | Compacting Factor | Rata-rata |
|-----|--------------|------------|--------------|--------------|-------------------|-----------|
| 1 | 25-Oct-10 | 60 | 20.71 | 23.47 | 0.882 | 0.883 |
| 2 | | | 20.81 | 23.54 | 0.884 | |
| 3 | | | 20.75 | 23.51 | 0.883 | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.7. Pengujian Interval Kepercayaan

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

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

- **Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan**

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.59. Data Pengujian Kuat Tekan

| No. | Kuat Tekan (MPa) | | | |
|-----|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 35,77 | 35.77 | 21.86 | 35.11 |
| 2 | 34,45 | 36.43 | 35.11 | 33.78 |
| 3 | 33,12 | 35.77 | 34.45 | 33.12 |
| 4 | 25,17 | 33.12 | 34.45 | 47.03 |
| 5 | 34,45 | 34.45 | 36.43 | 33.12 |
| 6 | 38,42 | 37.10 | 35.11 | 35.11 |
| 7 | 35,77 | 23.85 | 34.45 | 34.45 |
| 8 | 35,77 | 34.45 | 35.77 | 34.45 |
| 9 | 35,77 | 37.76 | 34.45 | 19.21 |
| 10 | 37,10 | 36.43 | 47.69 | 34.45 |
| 11 | 51,67 | 36.43 | 32.46 | 33.12 |
| 12 | 35,77 | 34.45 | 34.45 | 33.78 |
| 13 | 34,45 | 34.45 | 34.45 | 33.78 |
| 14 | 34,45 | 48.36 | 35.77 | 33.78 |
| 15 | 35,77 | 35.77 | 35.11 | 35.11 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n} \\
 &= \frac{35,77 + 34,45 + \dots + 35,77}{15} \\
 &= 35,86 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{[(35,77 - 35,86)^2 + \dots + (35,77 - 35,86)^2]}{15 - 1}} \\
 &= 6,105
 \end{aligned}$$

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

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

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

- Dimana :*
- X = Nilai rata-rata
 - s = Standar deviasi / simpangan baku
 - P = Persentil
 - $t_{0,975}$ = Nilai t pada percentil 0,975

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 35,86 - \left(2,145 x \frac{6,105}{\sqrt{15}} \right) < \mu < 35,86 + \left(2,145 x \frac{6,105}{\sqrt{15}} \right) \\
 &= 32,47783 < \mu < 39,24022
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.52.

Tabel 5.60. Interval Kepercayaan Kuat Tekan

| Variasi (%) | X | s | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|-------|-------|-------|----|-------------|----------------------|-----------|----------|
| 0 | 35,86 | 6,105 | 0,975 | 14 | 2,145 | 32,4778 | < μ < | 39,2402 |
| 2,4 | 35,64 | 5,558 | 0,975 | 14 | 2,145 | 32.5601 | < μ < | 38.7163 |
| 2,6 | 34,8 | 5,757 | 0,975 | 14 | 2,145 | 31.6109 | < μ < | 37.98736 |
| 2,8 | 33,96 | 6,164 | 0,975 | 14 | 2,145 | 30.54615 | < μ < | 37.37402 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.60, maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.61.

Tabel 5.61. Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Pengujian Interval

| No. | Kuat Tekan (MPa) | | | |
|-----|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 35,77 | 35.771 | - | 35.108 |
| 2 | 34,45 | 36.433 | 35.108 | 33.783 |
| 3 | 33,12 | 35.771 | 34.446 | 33.121 |
| 4 | --- | 33.121 | 34.446 | - |
| 5 | 34,45 | 34.446 | 36.433 | 33.121 |
| 6 | 38,42 | 37.096 | 35.108 | 35.108 |
| 7 | 35,77 | - | 34.446 | 34.446 |
| 8 | 35,77 | 34.446 | 35.771 | 34.446 |
| 9 | 35,77 | 37.758 | 34.446 | - |
| 10 | 37,10 | 36.433 | - | 34.446 |
| 11 | --- | 36.433 | 32.459 | 33.121 |
| 12 | 35,77 | 34.446 | 34.446 | 33.783 |
| 13 | 34,45 | 34.446 | 34.446 | 33.783 |
| 14 | 34,45 | - | 35.771 | 33.783 |
| 15 | 35,77 | 35.771 | 35.108 | 35.108 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik belah**

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.62. Data Pengujian Kuat Tarik belah

| No. | Kuat Tarik belah (MPa) | | | |
|-----|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 1,91 | 1.84 | 1.70 | 1.42 |
| 2 | 2,05 | 1.91 | 1.77 | 1.56 |
| 3 | 1,84 | 1.84 | 1.56 | 1.49 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan Belah}}{n} \\
 &= \frac{1,91 + 2,05 + 1,84}{3} \\
 &= 1,93 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{[(1,91 - 1,93)^2 + (2,05 - 1,93)^2 + (1,84 - 1,93)^2]}{3 - 1}} \\
 &= 0,1081
 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} \cdot x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} \cdot x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 1,93 - \left(4,303x \frac{0,1081}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 1,93 + \left(4,303x \frac{0,1081}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 1,6658 < \mu < 2,2030
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.55.

Tabel 5.63 Interval Kepercayaan Kuat Tarik belah

| Variasi (%) | X | s | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|------|--------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|--------|
| 0 | 1,93 | 0,1081 | 0,975 | 2 | 4,303 | 1,6658 | < μ < | 2,2030 |
| 2,4 | 1,86 | 0,0408 | 0,975 | 2 | 4,303 | 1,7621 | < μ < | 1,9651 |
| 2,6 | 1,67 | 0,1081 | 0,975 | 2 | 4,303 | 1,4063 | < μ < | 1,9434 |
| 2,8 | 1,49 | 0,0707 | 0,975 | 2 | 4,303 | 1,3103 | < μ < | 1,6620 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.63, maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.64.

Tabel 5.64 Interval Kepercayaan Kuat Tarik belah Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

| No. | Kuat Tarik belah (MPa) | | | |
|-----|------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 1.911 | 1.840 | 1.699 | 1.415 |
| 2 | 2.052 | 1.911 | 1.769 | 1.557 |
| 3 | 1.840 | 1.840 | 1.557 | 1.486 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur**

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 65. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur

| No. | Kuat Lentur Tarik (MPa) | | | |
|-----|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 4.22 | 4.62 | 4.05 | 4.09 |
| 2 | 4.62 | 4.31 | 4.36 | 4.09 |
| 3 | 4.44 | 4.53 | 4.44 | 3.97 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

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

$$= \frac{4,22 + 4,62 + 4,44}{3}$$

$$= 4,43 \text{ MPa}$$

$$s = \sqrt{\frac{[(4,22 - 4,43)^2 + (4,62 - 4,43)^2 + (4,44 - 4,43)^2]}{3 - 1}}$$

$$= 0.20041$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
&= X - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
&= 4,43 - \left(4,303 x \frac{0,20041}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 4,43 + \left(4,303 x \frac{0,20041}{\sqrt{3}} \right) \\
&= 3.931741 < \mu < 4.927519
\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.61.

Tabel 5.66. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

| Variasi (%) | X | s | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|------|---------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|----------|
| 0 | 4,43 | 0.20041 | 0,975 | 2 | 4,303 | 3.931741 | < μ < | 4.927519 |
| 2,4 | 4,49 | 0.16271 | 0,975 | 2 | 4,303 | 4.083172 | < μ < | 4.891643 |
| 2,6 | 4,28 | 0.20502 | 0,975 | 2 | 4,303 | 3.775097 | < μ < | 4.793792 |
| 2,8 | 4,05 | 0.06928 | 0,975 | 2 | 4,303 | 3.876769 | < μ < | 4.221009 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.66, maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.66.

Tabel 5.66 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

| No. | Kuat Tarik Lentur (MPa) | | | |
|-----|-------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 4.222 | 4.622 | 4.053 | 4.089 |
| 2 | 4.622 | 4.307 | 4.356 | 4.089 |
| 3 | 4.444 | 4.533 | 4.444 | 3.969 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas**

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.67. Data Pengujian Modulus Elastisitas

| No. | Modulus Elastisitas (MPa) | | | |
|-----|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 5973.542 | 7358.151 | 6626.207 | 6998.632 |
| 2 | 6231.658 | 6515.586 | 6878.792 | 6734.985 |
| 3 | 6231.658 | 7118.471 | 6404.965 | 6239.033 |
| 4 | 5752.300 | 7765.605 | 7569.504 | 6239.033 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Modulus Elastisitas}}{n} \\
 &= \frac{5973.542 + 6231.658 + 6231.658 + 5752.3}{4} \\
 &= 6047.290 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{[(5973.542 - 6047.29)^2 + \dots + (5752.3 - 6047.29)^2]}{4 - 1}} \\
 &= 231.2583
 \end{aligned}$$

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

$$dk = n - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$t_{0,975} = 3,182$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

$$= 6047.29 - \left(3.182 \times \frac{231.2583}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 6047.29 + \left(4.303 \times \frac{231.2583}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 5637.963 < \mu < 6456.617$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.61.

Tabel 5.68. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas

| Variasi (%) | X | s | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|----------|----------|-------|----|-------------|----------------------|-----------|----------|
| 0 | 6047.290 | 231.2583 | 0,971 | 3 | 0,975 | 5637.963 | < μ < | 6456.617 |
| 2,4 | 7147.383 | 464.1219 | 0,975 | 3 | 0,975 | 6502.254 | < μ < | 7792.513 |
| 2,6 | 6972.010 | 527.4653 | 0,975 | 3 | 0,975 | 6238.834 | < μ < | 7705.187 |
| 2,8 | 6783.541 | 302.3242 | 0,975 | 3 | 0,975 | 6363.31 | < μ < | 7203.771 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.68 maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.69.

Tabel 5.69 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Setelah

| No. | Modulus Elastisitas | | | |
|-----|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 5973.54 | 6952.58 | 7267.21 | 7085.23 |
| 2 | 6231.66 | 6669.50 | 6499.65 | 6363.77 |
| 3 | 6231.66 | 7206.55 | 6556.26 | 6842.58 |
| 4 | 5752.30 | 7760.90 | 7564.92 | 6842.58 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Pengujian Interval Kepercayaan Porositas**

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.70. Data Pengujian Porositas

| No. | Porositas (%) | | | |
|-----|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 12,10 | 11.97 | 13.12 | 14.27 |
| 2 | 11,46 | 10.06 | 11.59 | 12.80 |
| 3 | 12,10 | 13.12 | 12.99 | 13.89 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Porositas}}{n} \\
 &= \frac{12,10 + 11,46 + 12,10}{3} \\
 &= 11,89 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{[(12,10 - 11,89)^2 + (11,46 - 11,89)^2 + (12,10 - 11,89)^2]}{3 - 1}} \\
 &= 0,367
 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 11,89 - \left(4,303 x \frac{0,367}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11,89 + \left(4,303 x \frac{0,367}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 10,97 < \mu < 12,80
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.64.

Tabel 5.71. Interval Kepercayaan Porositas

| Variasi (%) | X | s | P | dk | $t_{0,975}$ | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|-------|-------|-------|----|-------------|----------------------|-----------|-------|
| 0 | 11,89 | 0,367 | 0,975 | 2 | 4,303 | 10,97 | < μ < | 12,80 |
| 2,4 | 11,72 | 1.544 | 0,975 | 2 | 4,303 | 7.882 | < μ < | 15.55 |
| 2,6 | 12,57 | 0.848 | 0,975 | 2 | 4,303 | 10.461 | < μ < | 14.67 |
| 2,8 | 13,65 | 0.759 | 0,975 | 2 | 4,303 | 11.763 | < μ < | 15.53 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.71, maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.72.

Tabel 5.72 Interval Kepercayaan Porositas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

| No. | Porositas (%) | | | |
|-----|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 12.10 | 11.97 | 13.12 | 14.27 |
| 2 | 10.32 | 10.06 | 11.59 | 12.80 |
| 3 | 12.10 | 13.12 | 12.99 | 13.89 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Pengujian Interval Kepercayaan Workabilitas**

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk workability dengan variasi 0%, 2,4%, 2,6%, dan 2,8%.

Tabel 5.73. Data Pengujian Workabilitas

| No. | Compacting Factor | | | |
|-----|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 0,900 | 0.901 | 0.894 | 0.882 |
| 2 | 0,899 | 0.902 | 0.890 | 0.884 |
| 3 | 0,901 | 0.902 | 0.892 | 0.883 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari data hasil penelitian pada tabel di atas kemudian dicari nilai :

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah CF}}{n} \\
 &= \frac{0,900 + 0,899 + 0,901}{3} \\
 &= 0,900 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{[(0,900 - 0,900)^2 + (0,899 - 0,900)^2 + (0,901 - 0,900)^2]}{3 - 1}} \\
 &= 0,001
 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 0,900 - \left(4,303 \times \frac{0,001}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 0,900 + \left(4,303 \times \frac{0,001}{\sqrt{3}} \right)
 \end{aligned}$$

$$= 0,898 < \mu < 0,902$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 2,4%, 2,6%, dan 2,8%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.75.

Tabel 5.74. Interval Kepercayaan Workabilitas

| Variasi (%) | X | s | P | dk | t _{0,975} | Interval Kepercayaan | | |
|-------------|-------|---------|-------|----|--------------------|----------------------|-------|--------|
| | | | | | | | < μ < | |
| 0 | 0,900 | 0,001 | 0,975 | 2 | 4,303 | 0,898 | < μ < | 0,902 |
| 2,4 | 0,901 | 0.00072 | 0,975 | 2 | 4,303 | 0.8997 | < μ < | 0.903 |
| 2,6 | 0,892 | 0.0021 | 0,975 | 2 | 4,303 | 0.8869 | < μ < | 0.897 |
| 2,8 | 0,833 | 0.00089 | 0,975 | 2 | 4,303 | 0.8808 | < μ < | 0.8852 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.75, maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.76.

Tabel 5.75. Interval Kepercayaan Workabilitas

| No. | Compacting Factor | | | |
|-----|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Variasi 0% | Variasi 2,4% | Variasi 2,6% | Variasi 2,8% |
| 1 | 0,900 | 0.901 | 0.894 | 0.882 |
| 2 | 0,899 | 0.902 | 0.890 | 0.884 |
| 3 | 0,901 | 0.902 | 0.892 | 0.883 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.8. Pengujian Hipotesis

- **Pengujian Hipotesis Kuat Tekan Beton**

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

Tabel 5.76. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Setelah Penyortiran

| No | Variasi 0 % | | Variasi 2,4 % | | Variasi 2,6 % | | Variasi 2,8 % | | Jumlah |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 35.77 | 1279.54 | 35.77 | 1279.54 | - | - | 35.11 | 1232.59 | |
| 2 | 34.45 | 1186.52 | 36.43 | 1327.37 | 35.11 | 1232.59 | 33.78 | 1141.32 | |
| 3 | 33.12 | 1097.00 | 35.77 | 1279.54 | 34.45 | 1186.52 | 33.12 | 1097.00 | |
| 4 | - | - | 33.12 | 1097.00 | 34.45 | 1186.52 | - | - | |
| 5 | 34.45 | 1186.52 | 34.45 | 1186.52 | 36.43 | 1327.37 | 33.12 | 1097.00 | |
| 6 | 38.42 | 1476.13 | 37.10 | 1376.08 | 35.11 | 1232.59 | 35.11 | 1232.59 | |
| 7 | 35.77 | 1279.54 | - | - | 34.45 | 1186.52 | 34.45 | 1186.52 | |
| 8 | 35.77 | 1279.54 | 34.45 | 1186.52 | 35.77 | 1279.54 | 34.45 | 1186.52 | |
| 9 | 35.77 | 1279.54 | 37.76 | 1425.66 | 34.45 | 1186.52 | - | - | |
| 10 | 37.10 | 1376.08 | 36.43 | 1327.37 | - | - | 34.45 | 1186.52 | |
| 11 | - | - | 36.43 | 1327.37 | 32.46 | 1053.56 | 33.12 | 1097.00 | |
| 12 | 35.77 | 1279.54 | 34.45 | 1186.52 | 34.45 | 1186.52 | 33.78 | 1141.32 | |
| 13 | 34.45 | 1186.52 | 34.45 | 1186.52 | 34.45 | 1186.52 | 33.78 | 1141.32 | |
| 14 | 34.45 | 1186.52 | - | - | 35.77 | 1279.54 | 33.78 | 1141.32 | |
| 15 | 35.77 | 1279.54 | 35.77 | 1279.54 | 35.11 | 1232.59 | 35.11 | 1232.59 | |
| SY | 461.04 | | 462.37 | | 452.43 | | 443.16 | | 1819.01 |
| SY ² | 16372.53 | | 16465.56 | | 15756.90 | | 15113.61 | | 63708.61 |
| n | 13 | | 13 | | 13 | | 13 | | 52 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 16372,53 + 16465,56 + 15756,90 + 15113,61 \\ &= 63708,61\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{1819,01^2}{52} \\ &= 63630,4648\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{461,04^2}{13} + \frac{462,37^2}{13} + \frac{452,43^2}{13} + \frac{443,16^2}{13} \right) - 63630,4648 \\ &= 18,2608\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 63708,61 - 63630,4648 - 18,2608 \\ &= 59,87942716\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.77. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-------------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 63630.46485 | 63630.46485 |
| Antar Perlakuan | 3 | 18.26086251 | 6.08695417 |
| Dalam Perlakuan | 48 | 59.87942716 | 1.247488066 |
| Jumlah | 52 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{6,086954}{1,247488} = 4,879369$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F *tabel* (0,05 ; 3 ; 52) = 2,784, Jadi nilai F *hitung* 4,879369 > F *tabel* = 2,784. Dengan demikian Ha **diterima** Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi tetes tebu terhadap nilai kuat tekan.

- **Pengujian Hipotesis Kuat Tarik belah Beton**

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

Tabel 5.78. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Setelah Penyortiran

| No | Variasi 0 % | | Variasi 2,4 % | | Variasi 2,6 % | | Variasi 2,8 % | | Jumlah |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 1.91 | 3.65 | 1.84 | 3.39 | 1.70 | 2.88 | 1.42 | 2.00 | |
| 2 | 2.05 | 4.21 | 1.91 | 3.65 | 1.77 | 3.13 | 1.56 | 2.42 | |
| 3 | 1.84 | 3.39 | 1.84 | 3.39 | 1.56 | 2.42 | 1.49 | 2.21 | |
| SY | 5.80 | | 5.59 | | 5.02 | | 4.46 | | 20.88 |
| SY ² | 11.25 | | 10.42 | | 8.44 | | 6.64 | | 36.75 |
| n | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 12 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{ni} Y^2_{ij} \\ &= 11.25 + 10.42 + 8.44 + 6.64 \\ &= 36.75\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{20,88^2}{12} \\ &= 36.322\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{5,80^2}{3} + \frac{5,59^2}{3} + \frac{5,02^2}{3} + \frac{4,46^2}{3} \right) - 36.322 \\ &= 0.3652\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 36.75 - 36.322 - 0.3652 \\ &= 0.060103107\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.79. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik belah

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-------------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 36.32272831 | 36.32272831 |
| Antar Perlakuan | 3 | 0.365209851 | 0.121736617 |
| Dalam Perlakuan | 8 | 0.060103107 | 0.007512888 |
| Jumlah | 12 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{0,121736617}{0,007512888} = 16.2037037$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F *hitung* 16.2037037 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat belah tekan.

- **Pengujian Hipotesis Kuat tarik lentur Beton**

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

Tabel 5.80. Data Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Beton Setelah Penyortiran

| No | Variasi 0 % | | Variasi 2,4 % | | Variasi 2,6 % | | Variasi 2,8 % | | Jumlah |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 4.22 | 17.83 | 4.62 | 21.36 | 4.05 | 16.43 | 4.09 | 16.72 | |
| 2 | 4.62 | 21.36 | 4.31 | 18.55 | 4.36 | 18.97 | 4.09 | 16.72 | |
| 3 | 4.44 | 19.75 | 4.53 | 20.55 | 4.44 | 19.75 | 3.97 | 15.75 | |
| SY | 13.29 | | 13.46 | | 12.85 | | 12.15 | | 51.75 |
| SY ² | 58.95 | | 60.46 | | 55.15 | | 49.19 | | 223.75 |
| n | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 12 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 58.95^2 + 60.46^2 + 55.15^2 + 49.19^2 \\ &= 223.75\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{51,75^2}{12} \\ &= 223.1814\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{58,95^2}{13} + \frac{60,46^2}{13} + \frac{55,15^2}{13} + \frac{49,19^2}{13} \right) - 223.1814 \\ &= 0.34377\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 223.75 - 223.1814 - 0.34377 \\ &= 0.226949794\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.81. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan Lentur

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-------------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 223.1814584 | 223.1814584 |
| Antar Perlakuan | 3 | 0.343769547 | 0.114589849 |
| Dalam Perlakuan | 8 | 0.226949794 | 0.028368724 |
| Jumlah | 12 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{0.114589849}{0.028368724} = 4.039302$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F *hitung* 4.039302 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tarik lentur beton.

5.2.9. Pengujian Modulus Elastisitas Beton

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

Tabel 5.82. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Penyortiran

| | 0 | | 2.4 | | 2.6 | | 2.8 | | Jumlah |
|-----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 5973.54 | 35683208.58 | 7946.62 | 63148739.83 | 8249.92 | 68061248.87 | 7473.46 | 55852615.16 | |
| 2 | 6231.66 | 38833566.54 | 8296.59 | 68833349.88 | 8557.90 | 73237591.75 | 8296.59 | 68833349.88 | |
| 3 | 6231.66 | 38833566.54 | 7764.63 | 60289549.17 | 7946.62 | 63148739.83 | 7643.31 | 58420219.89 | |
| 4 | 5752.30 | 33088956.10 | 7703.97 | 59351204.75 | 7473.46 | 55852615.16 | 8231.26 | 67753627.80 | |
| SY | 24189.16 | | 31711.81 | | 32227.90 | | 31644.62 | | 119773.49 |
| SY ² | 146439297.76 | | 251622843.63 | | 260300195.61 | | 250859812.73 | | 909222149.73 |
| n | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | | 16 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} \\ &= 146439297.76 + 251622843.63 + 260300195.61 + 250859812.73 \\ &= 909222149.73\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{119773.49^2}{16} \\ &= 896605556.9\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(+ \frac{24189.16^2}{4} + \frac{31711.81^2}{4} + \frac{32227.90^2}{4} \right) - 896605556.9 \\ &= 11087913.08\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 909222149.73 - 896605556.9 - 11087913.08 \\ &= 1528679.746\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.83. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-------------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 896605556.9 | 896605556.9 |
| Antar Perlakuan | 3 | 11087913.08 | 3695971.025 |
| Dalam Perlakuan | 12 | 1528679.746 | 127389.9788 |
| Jumlah | 16 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{3695971.025}{127389.9788} = 29.013043$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 16) = 3,24. Jadi nilai F *hitung* 29.013043 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap Modulus Elastisitas beton.

- **Pengujian Hipotesis Porositas Beton**

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

Tabel 5.84. Data Hasil Pengujian Porositas Setelah Penyortiran

| No | Variasi 0 % | | Variasi 2,4 % | | Variasi 2,6 % | | Variasi 2,8 % | | Jumlah |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 12.10 | 146.46 | 17.26 | 297.95 | 17.26 | 297.95 | 14.01 | 196.36 | |
| 2 | 11.46 | 131.45 | 17.20 | 295.75 | 17.20 | 295.75 | 15.29 | 233.68 | |
| 3 | 12.10 | 146.46 | 17.39 | 302.36 | 17.39 | 302.36 | 15.92 | 253.56 | |
| SY | 35.67 | | 51.85 | | 51.85 | | 45.22 | | 184.59 |
| SY ² | 424.36 | | 896.06 | | 896.06 | | 683.60 | | 2900.08 |
| n | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 12 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{ni} Y^2_{ij} \\ &= 424.36 + 896.06 + 896.06 + 683.60 \\ &= 2900.08\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{184,59^2}{12} \\ &= 2839.332224\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{35,67^2}{3} + \frac{51,85^2}{3} + \frac{51,85^2}{3} + \frac{45,22^2}{3} \right) - 2839.332224 \\ &= 58.543281\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 2900.08 - 2839.332224 - 58.543281 \\ &= 2.201576805\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.85. Analisa Varian Untuk Porositas

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-------------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 2839.332224 | 2839.332224 |
| Antar Perlakuan | 3 | 58.543281 | 19.514427 |
| Dalam Perlakuan | 8 | 2.201576805 | 0.275197101 |
| Jumlah | 12 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{19,514427}{0,275197101} = 70.91072891$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F *hitung* 70.91072891 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha **diterima** Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap Modulus Elastisitas beton.

- **Pengujian Hipotesis Workabilitas**

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

Tabel 5.86. Data Hasil Pengujian Workabilitas Setelah Penyortiran

| No | Variasi 0 % | | Variasi 2,4 % | | Variasi 2,6 % | | Variasi 2,8 % | | Jumlah |
|-----------------|-------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|----------------|--------|
| | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | Y | Y ² | |
| 1 | 0.900 | 0.810 | 0.901 | 0.811 | 0.894 | 0.799 | 0.882 | 0.779 | |
| 2 | 0.899 | 0.809 | 0.901 | 0.811 | 0.894 | 0.799 | 0.882 | 0.779 | |
| 3 | 0.901 | 0.813 | 0.901 | 0.811 | 0.894 | 0.799 | 0.882 | 0.779 | |
| SY | 2.701 | | 2.702 | | 2.682 | | 2.647 | | 10.732 |
| SY ² | 2.432 | | 2.433 | | 2.398 | | 2.336 | | 9.599 |
| n | 3 | | 3 | | 3 | | 3 | | 12 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} \\ &= 2.432 + 2.433 + 2.398 + 2.336 \\ &= 9.599\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{10.732^2}{12} \\ &= 9.5986\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{2,432^2}{3} + \frac{2.433^2}{3} + \frac{2,398^2}{3} + \frac{2,2.336^2}{3} \right) - 9.5986 \\ &= 0.000656\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 9.599 - 9.5986 - 0.000656 \\ &= 0.000002144\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

Setelah nilai-nilai diatas diperoleh maka disusunlah table analisa varian seperti di bawah ini.

Tabel 5.87. Analisa Varian Untuk Uji Workabilitas

| Sumber Variasi | Dk | JK | MK |
|-----------------|----|-------------|-------------|
| Rata-rata | 1 | 9.598570923 | 9.598570923 |
| Antar Perlakuan | 3 | 0.000655408 | 0.000218469 |
| Dalam Perlakuan | 8 | 2.14435E-06 | 2.68044E-07 |
| Jumlah | 12 | | |

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{0.000218469}{0.000000268} = 815.0516015$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai *F tabel* (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai *F hitung* 815.0516015 > *F tabel* = 3,49. Dengan demikian *Ha diterima* *Ho ditolak*, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap workabilitas.

5.2.10. 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. Selanjutnya data diambil dari penelitian I Putu Yudistya Bagus Sayoga dan Deddy Kunniawan.

Untuk menganalisis variasi penambahan bahan tambahan terhadap parameter-parameter yang diteliti, digunakan metode fungsi kuadrat (polinier) (sudjana, 2002;338) sebagai regresi, dengan bentuk persamaan $Y = a + bx + cx^2$.

Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

$$\Sigma xY = a\Sigma x + b\Sigma x^2 + c\Sigma x^3$$

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

- **Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan**

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

Tabel 5.88. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan

| Notasi | Variasi (%) | y | x ² | x ³ | x ⁴ | xy | x ² y | y ² |
|--------|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------------|----------------|
| 0 | 0 | 25.134 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0 | 631.732 |
| T1 | 1.2 | 28.606 | 1.440 | 1.728 | 2.074 | 34.3268556 | 41.1922267 | 818.287 |
| T2 | 1.4 | 28.850 | 1.960 | 2.744 | 3.842 | 40.3906932 | 56.5469704 | 832.351 |
| T3 | 1.6 | 28.502 | 2.560 | 4.096 | 6.554 | 45.6024158 | 72.9638653 | 812.336 |
| T4 | 1.8 | 28.403 | 3.240 | 5.832 | 10.498 | 51.125824 | 92.0264831 | 806.744 |
| T5 | 2 | 28.046 | 4.000 | 8.000 | 16.000 | 56.0913483 | 112.182697 | 786.560 |
| T6 | 2.2 | 27.593 | 4.840 | 10.648 | 23.426 | 60.7040041 | 133.548809 | 761.359 |
| T7 | 2.4 | 26.189 | 5.760 | 13.824 | 33.178 | 62.85258 | 150.846192 | 685.841 |
| T8 | 2.6 | 24.886 | 6.760 | 17.576 | 45.698 | 64.7043739 | 168.231372 | 619.328 |
| T9 | 2.8 | 23.098 | 7.840 | 21.952 | 61.466 | 64.6732503 | 181.085101 | 533.499 |
| Total | 18 | 269.3061067 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 480.471345 | 1008.62372 | 7288.03661 |

Dari Tabel 5.88, maka di dapat persamaan :

$$\begin{array}{rcll} 269.306 & = & 10a & + 18b & + 38,4c \\ 480.471 & = & 18a & + 38,4b & + 86,4c \\ 480.471 & = & 38,4a & + 86,4b & + 202,7328c \end{array}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$\begin{array}{rcl} a & = & 24,99 \\ b & = & 6,178 \\ c & = & -2,393 \end{array}$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -2.393x^2 + 6.178x + 24.99$$

$$R^2 = 0,976$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

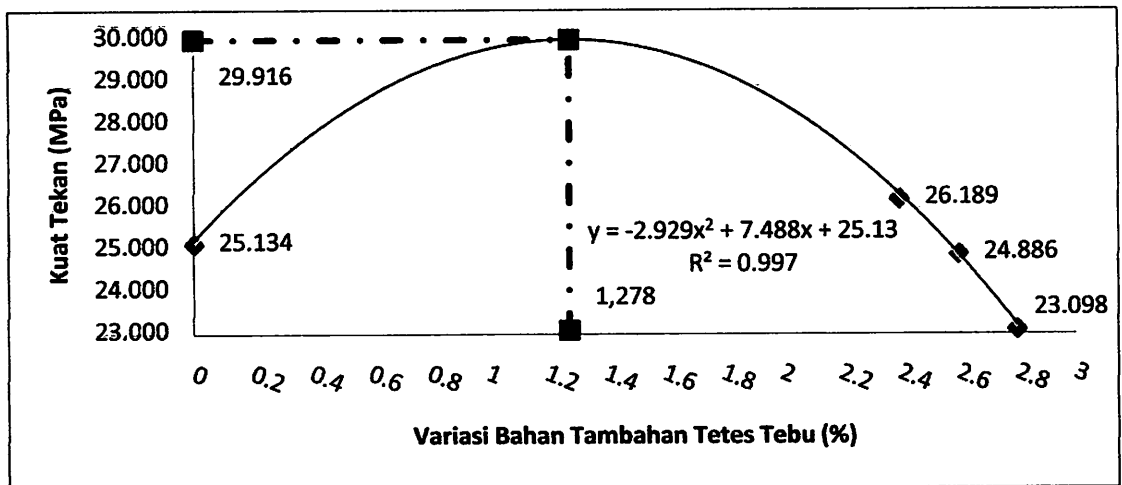
$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\ &= \left\{ 6,178 \left(480,471 - \frac{269,306 * 18}{10} \right) \right\} + \left\{ -2,393 \left(1008,624 - \frac{38,4 * 269,306}{10} \right) \right\} \\ &= 34.607 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\ &= 7288,037 - \frac{(269,306)^2}{10} \\ &= 35,465 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{34,607}{35,465} = 0,976 \end{aligned}$$

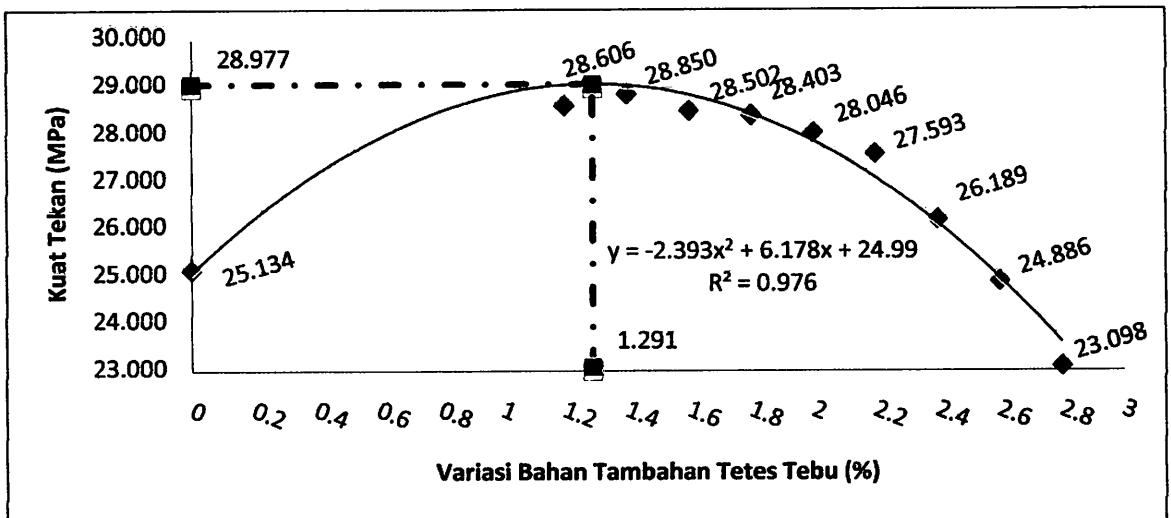
Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tekan* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan tetes* dari variasi 0 % sampai 2,8 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tekan menghasilkan persamaan $Y = -2.393x^2 + 6.178x + 24.99$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,976. Hal ini berarti 97,6 % perubahan dari pada nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.

Grafik 5.11. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%)



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.12. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan (Variasi 0 – 2,8%)



Sumber : Data Hasil Penelitian

- Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik belah

Tabel 5.89. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik belah

| Notasi | Variasi (%) | Nilai | x ² | x ³ | x ⁴ | xy | x ² y | y ² |
|--------|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------------|----------------|
| 0 | 0 | 1.840 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0 | 3.386 |
| T1 | 1.2 | 2.689 | 1.440 | 1.728 | 2.074 | 3.22717622 | 3.87261146 | 7.232 |
| T2 | 1.4 | 2.736 | 1.960 | 2.744 | 3.842 | 3.83109224 | 5.36352913 | 7.488 |
| T3 | 1.6 | 2.619 | 2.560 | 4.096 | 6.554 | 4.18966737 | 6.7034678 | 6.857 |
| T4 | 1.8 | 2.477 | 3.240 | 5.832 | 10.498 | 4.45859873 | 8.02547771 | 6.136 |
| T5 | 2 | 2.359 | 4.000 | 8.000 | 16.000 | 4.71809389 | 9.43618778 | 5.565 |
| T6 | 2.2 | 2.147 | 4.840 | 10.648 | 23.426 | 4.72281198 | 10.3901864 | 4.608 |
| T7 | 2.4 | 1.864 | 5.760 | 13.824 | 33.178 | 4.47275301 | 10.7346072 | 3.473 |
| T8 | 2.6 | 1.675 | 6.760 | 17.576 | 45.698 | 4.35480066 | 11.3224817 | 2.805 |
| T9 | 2.8 | 1.486 | 7.840 | 21.952 | 61.466 | 4.16135881 | 11.6518047 | 2.209 |
| Total | 18 | 21.89195565 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 38.1363529 | 77.5003539 | 49.75980739 |

Sumber : data hasil penelitian

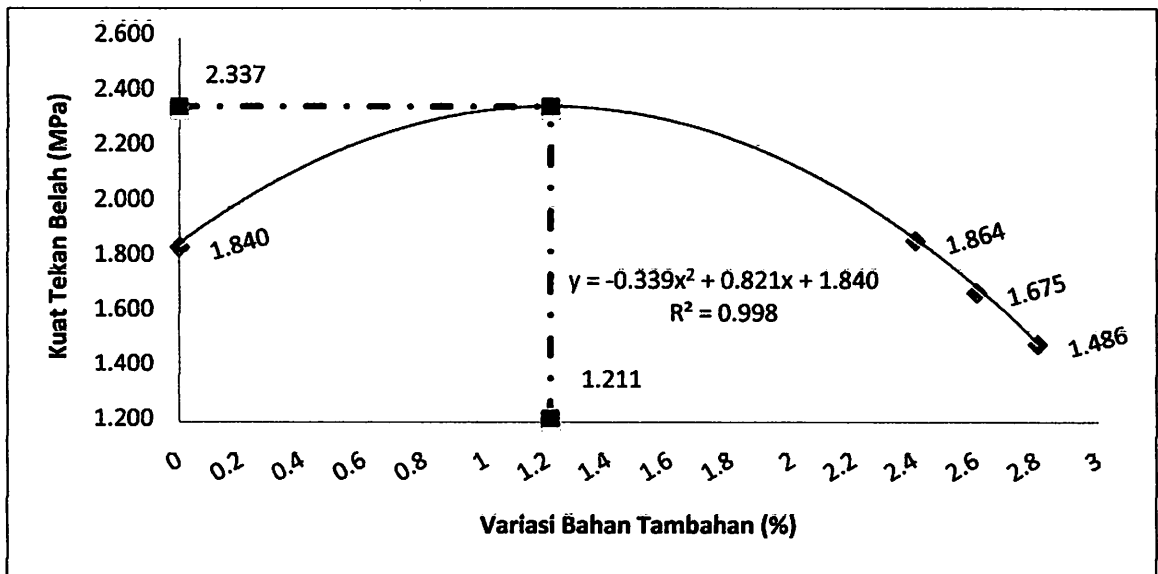
Didapat Persamaan

$$Y = -0.528x^2 + 1.309x + 1.860$$

Didapat koefisien determinasi (R²) :

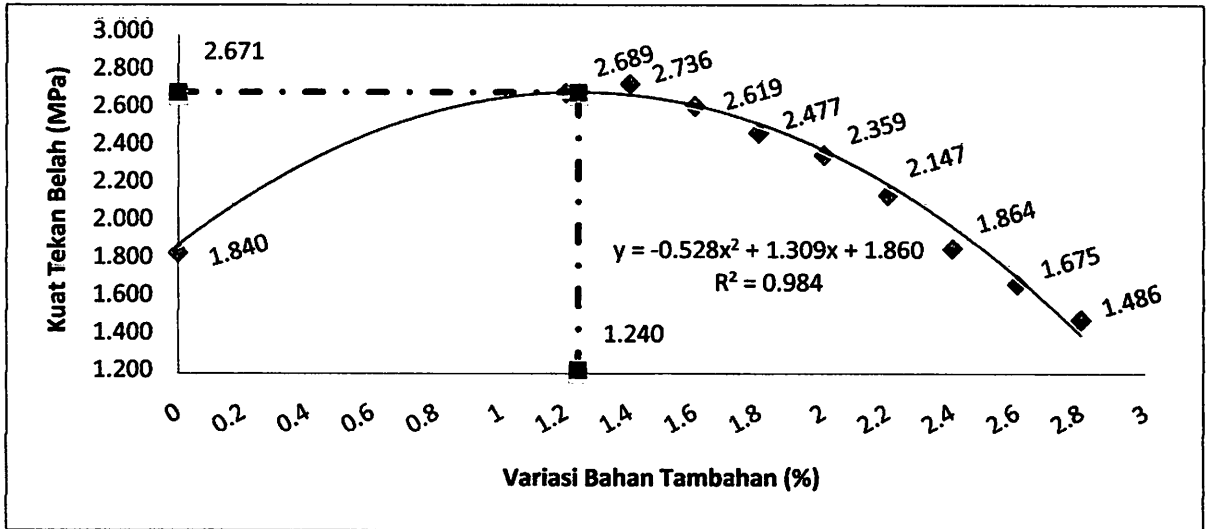
$$R^2 = 0,984$$

Grafik 5.13. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik belah (Variasi 0;2,4;2,6;2,8 %)



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.14. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik belah (Variasi 0 – 2,8%)



Sumber : data hasil penelitian

- Analisa Regresi Untuk Kuat tarik lentur

Tabel 5.90. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik belah

| Notasi | Variasi (%) | Nilai | x ² | x ³ | x ⁴ | xy | x ² y | y ² |
|--------|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------------|----------------|
| 0 | 0 | 4.444 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0 | 19.753 |
| T1 | 1.2 | 5.012 | 1.440 | 1.728 | 2.074 | 6.01422222 | 7.21706667 | 25.119 |
| T2 | 1.4 | 5.102 | 1.960 | 2.744 | 3.842 | 7.14311111 | 10.0003556 | 26.033 |
| T3 | 1.6 | 4.898 | 2.560 | 4.096 | 6.554 | 7.83644444 | 12.5383111 | 23.988 |
| T4 | 1.8 | 4.953 | 3.240 | 5.832 | 10.498 | 8.91466667 | 16.0464 | 24.528 |
| T5 | 2 | 4.747 | 4.000 | 8.000 | 16.000 | 9.49333333 | 18.9866667 | 22.531 |
| T6 | 2.2 | 4.634 | 4.840 | 10.648 | 23.426 | 10.194963 | 22.4289185 | 21.475 |
| T7 | 2.4 | 4.487 | 5.760 | 13.824 | 33.178 | 10.7697778 | 25.8474667 | 20.137 |
| T8 | 2.6 | 4.284 | 6.760 | 17.576 | 45.698 | 11.1395556 | 28.9628444 | 18.356 |
| T9 | 2.8 | 4.049 | 7.840 | 21.952 | 61.466 | 11.3368889 | 31.7432889 | 16.394 |
| Total | 18 | 46.61037037 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 82.842963 | 173.771319 | 218.3130952 |

Sumber : data hasil penelitian

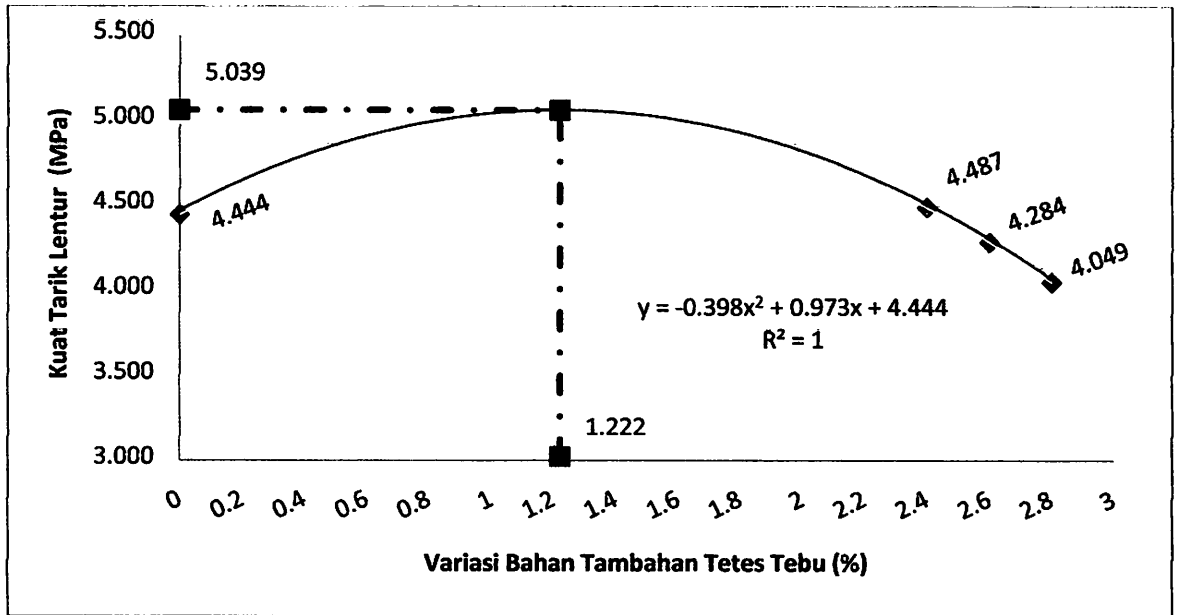
Didapat Persamaan

$$Y = -0.394x^2 + 0.959x + 4.448$$

Didapat koefisien determinasi (R²) :

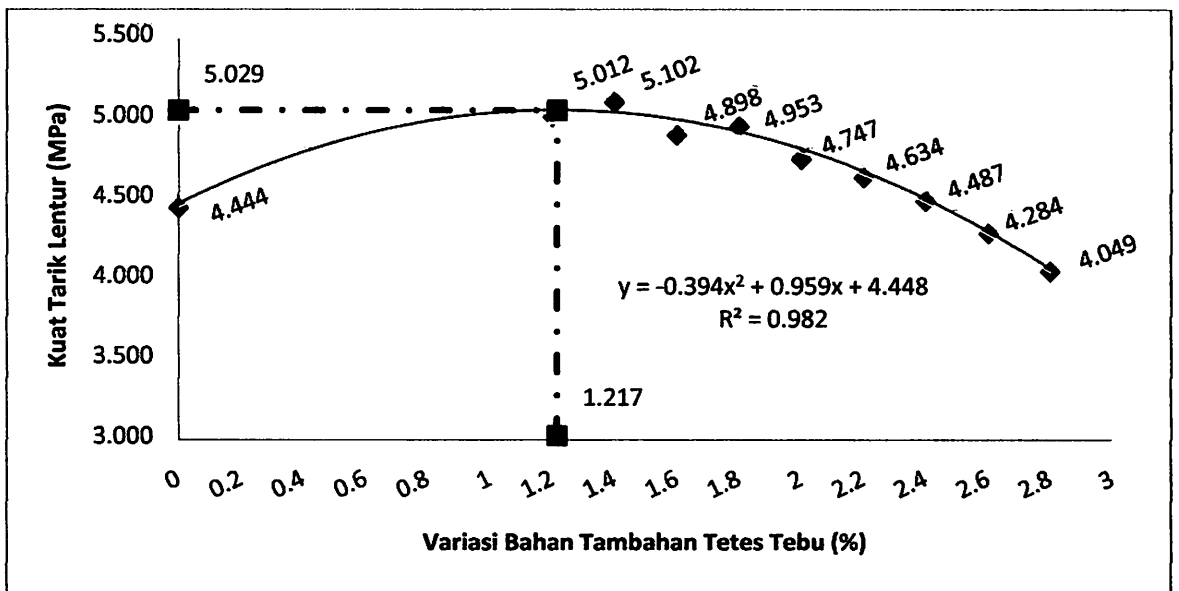
$$R^2 = 0,982$$

**Grafik 5.15. Analisa Regresi Untuk Kuat tarik lentur
(Variasi 0 ;2,4;2,6;2,8%)**



Sumber : data hasil penelitian

**Grafik 5.16. Analisa Regresi Untuk Kuat tarik lentur
(Variasi 0 – 2.8%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

- Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas

Tabel 5.91. Tabel Nilai Regresi Untuk Modulus Elastisitas

| Notasi | Variasi (%) | Nilai | x2 | x3 | x4 | xy | x2y | y2 |
|--------|-------------|-----------|------|--------|----------|----------|----------|----------|
| 0 | 0 | 6047.290 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36569714 |
| T1 | 1.2 | 7927.953 | 1.44 | 1.728 | 2.0736 | 9513.544 | 11416.25 | 62852441 |
| T2 | 1.4 | 8056.975 | 1.96 | 2.744 | 3.8416 | 11279.76 | 15791.67 | 64914844 |
| T3 | 1.6 | 7911.155 | 2.56 | 4.096 | 6.5536 | 12657.85 | 20252.56 | 62586368 |
| T4 | 1.8 | 7709.806 | 3.24 | 5.832 | 10.4976 | 13877.65 | 24979.77 | 59441110 |
| T5 | 2 | 7514.928 | 4 | 8 | 16 | 15029.86 | 30059.71 | 56474144 |
| T6 | 2.2 | 7328.667 | 4.84 | 10.648 | 23.4256 | 16123.07 | 35470.75 | 53709361 |
| T7 | 2.4 | 7147.383 | 5.76 | 13.824 | 33.1776 | 17153.72 | 41168.93 | 51085089 |
| T8 | 2.6 | 6972.010 | 6.76 | 17.576 | 45.6976 | 18127.23 | 47130.79 | 48608928 |
| T9 | 2.8 | 6783.541 | 7.84 | 21.952 | 61.4656 | 18993.91 | 53182.96 | 46016423 |
| Total | 18.000 | 73399.708 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 132756.6 | 279453.4 | 5.42E+08 |

Sumber : data hasil penelitian

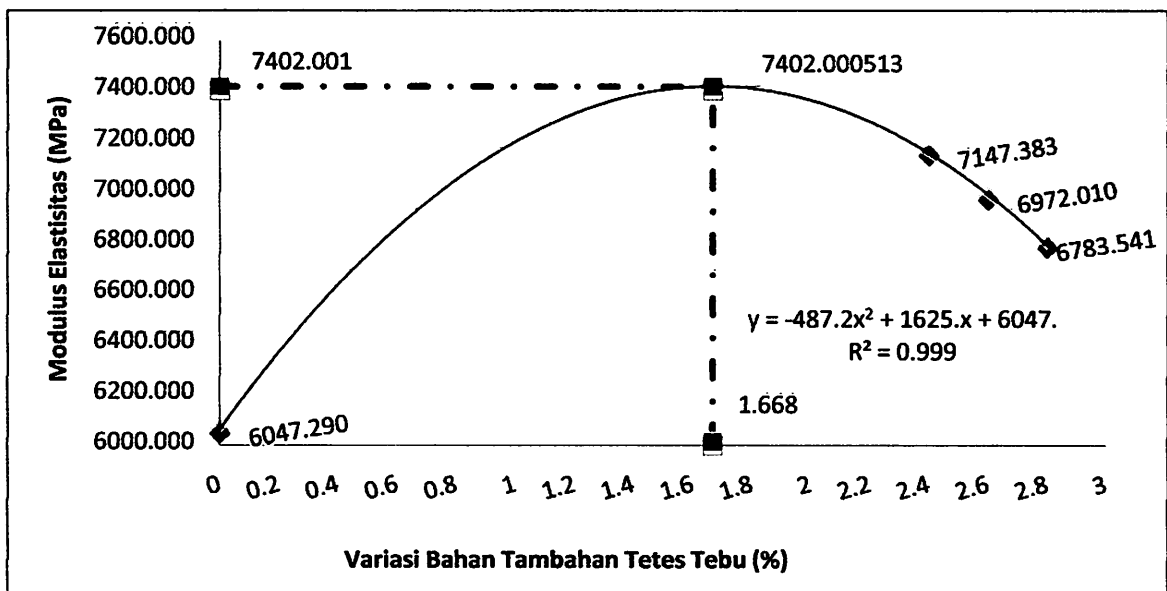
Didapat Persamaan

$$Y = -768.8x^2 + 2320.x + 6115.$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

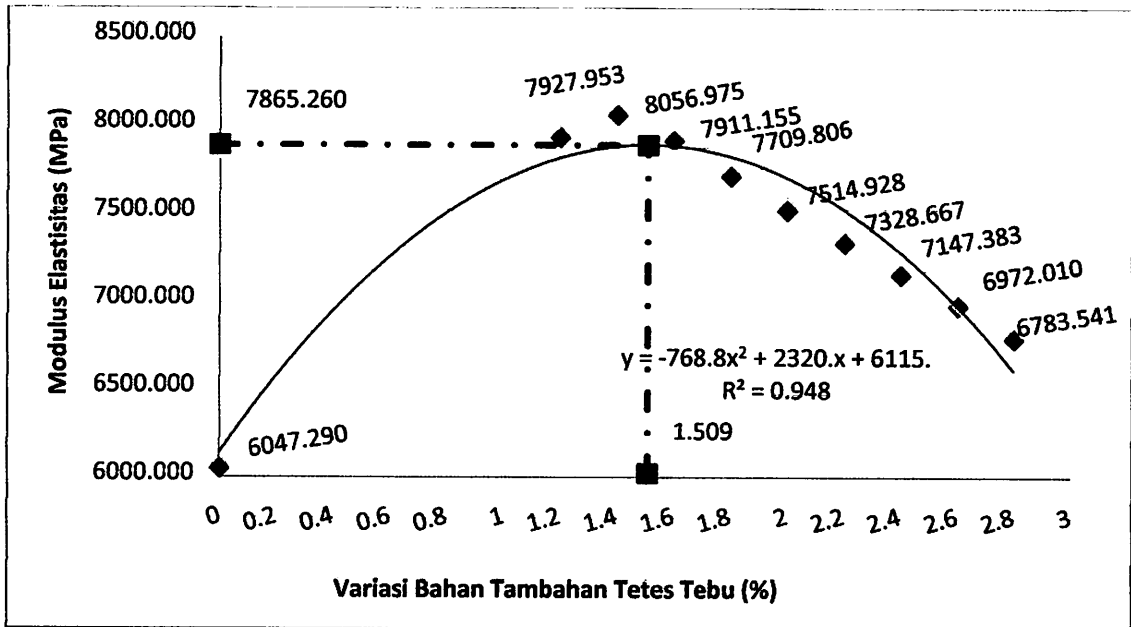
$$R^2 = 0.948$$

Grafik 5.17. Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%)



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.18. Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas (Variasi 0 – 2,8%)



Sumber : data hasil penelitian

- **Analisa Regresi Untuk Porositas**

Tabel 5.92. Tabel Nilai Regresi Untuk Porositas

| Notasi | Variasi (%) | Nilai | x ² | x ³ | x ⁴ | xy | x ² y | y ² |
|--------|-------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------|------------------|----------------|
| 0 | 0 | 11.507 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 132.421 |
| T1 | 1.2 | 7.749 | 1.44 | 1.728 | 2.0736 | 9.299363 | 11.15924 | 60.05427 |
| T2 | 1.4 | 6.943 | 1.96 | 2.744 | 3.8416 | 9.719745 | 13.60764 | 48.20074 |
| T3 | 1.6 | 7.728 | 2.56 | 4.096 | 6.5536 | 12.36518 | 19.78429 | 59.72566 |
| T4 | 1.8 | 8.726 | 3.24 | 5.832 | 10.4976 | 15.70701 | 28.27261 | 76.14508 |
| T5 | 2 | 9.618 | 4 | 8 | 16 | 19.23567 | 38.47134 | 92.50274 |
| T6 | 2.2 | 10.722 | 4.84 | 10.648 | 23.4256 | 23.58811 | 51.89384 | 114.9585 |
| T7 | 2.4 | 11.720 | 5.76 | 13.824 | 33.1776 | 28.12739 | 67.50573 | 137.3524 |
| T8 | 2.6 | 12.293 | 6.76 | 17.576 | 45.6976 | 31.96178 | 83.10064 | 151.1177 |
| T9 | 2.8 | 13.652 | 7.84 | 21.952 | 61.4656 | 38.22505 | 107.0301 | 186.3718 |
| Total | 18 | 100.658174 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 188.2293 | 420.8255 | 1058.85 |

Sumber : data hasil penelitian

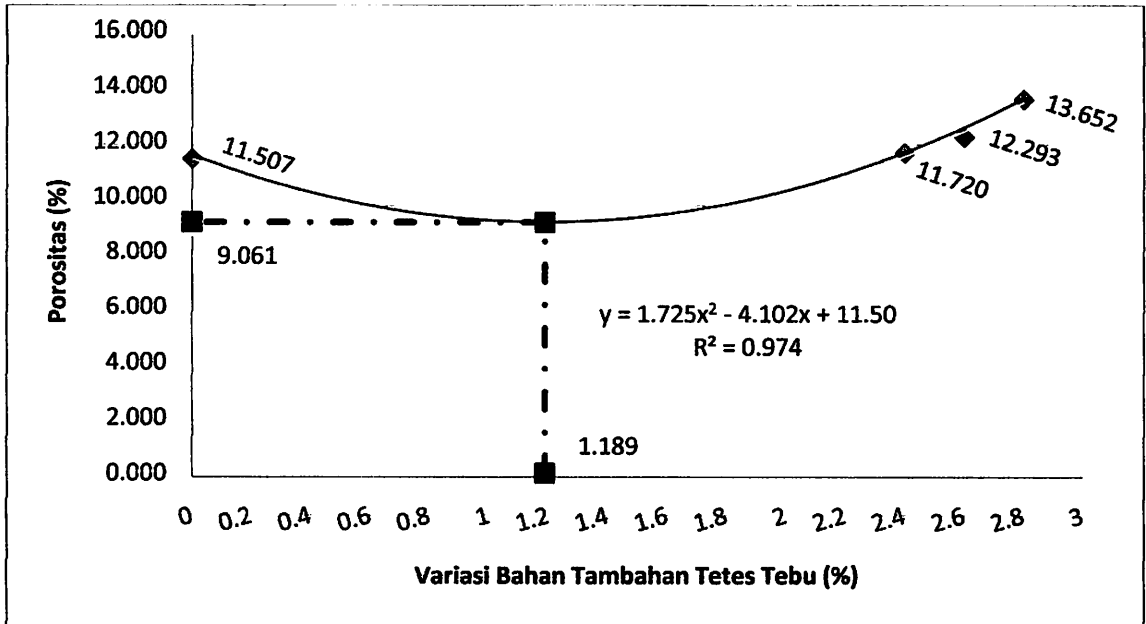
Didapat Persamaan

$$Y = 2.542x^2 - 6.148x + 11.36$$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

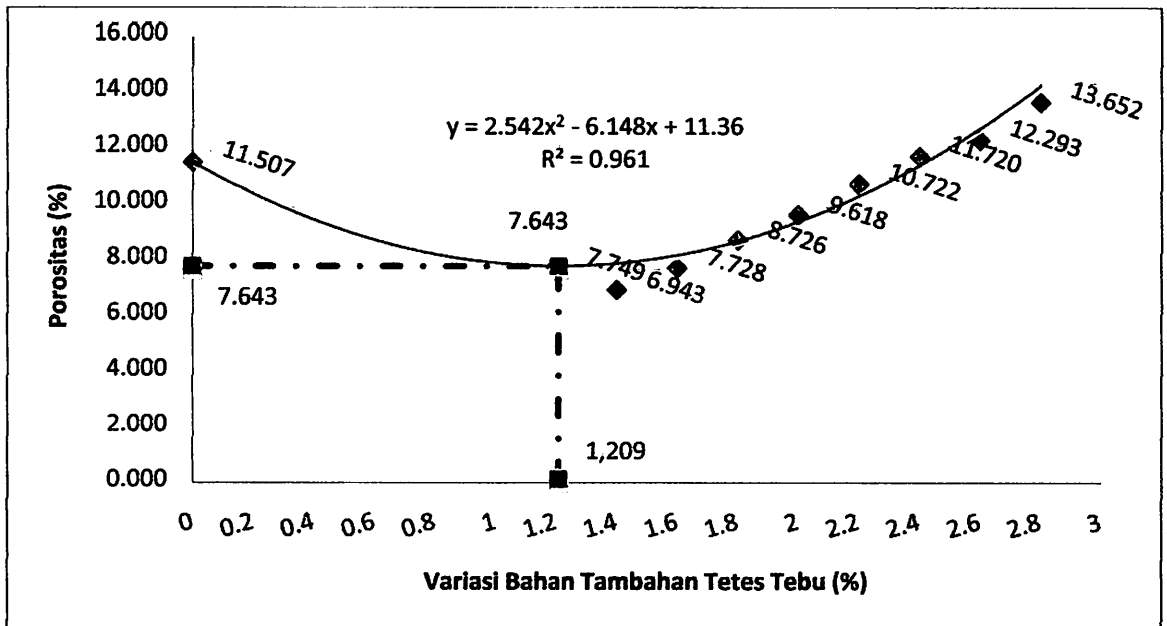
$$R^2 = 0,961$$

**Grafik 5.19. Analisa Regresi Untuk Porositas
(Variasi 0, 2,4, 2,6, 2,8 %)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.20. Analisa Regresi Untuk Porositas
(Variasi 0 – 2,8%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

- Analisa Regresi Untuk Workability

Tabel 5.93. Tabel Nilai Regresi Untuk Workability

| Notasi | Variasi (%) | Nilai | x ² | x ³ | x ⁴ | xy | x ² y | y ² |
|--------|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------------|----------------|
| 0 | 0 | 0.900 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0 | 0 | 0.811 |
| T1 | 1.2 | 0.943 | 1.440 | 1.728 | 2.074 | 1.13115307 | 1.35738368 | 0.889 |
| T2 | 1.4 | 0.948 | 1.960 | 2.744 | 3.842 | 1.32771171 | 1.8587964 | 0.899 |
| T3 | 1.6 | 0.940 | 2.560 | 4.096 | 6.554 | 1.50358106 | 2.4057297 | 0.883 |
| T4 | 1.8 | 0.932 | 3.240 | 5.832 | 10.498 | 1.6780427 | 3.02047686 | 0.869 |
| T5 | 2 | 0.927 | 4.000 | 8.000 | 16.000 | 1.8533434 | 3.70668681 | 0.859 |
| T6 | 2.2 | 0.915 | 4.840 | 10.648 | 23.426 | 2.01254405 | 4.42759691 | 0.837 |
| T7 | 2.4 | 0.901 | 5.760 | 13.824 | 33.178 | 2.16340814 | 5.19217955 | 0.813 |
| T8 | 2.6 | 0.892 | 6.760 | 17.576 | 45.698 | 2.31931278 | 6.03021322 | 0.796 |
| T9 | 2.8 | 0.883 | 7.840 | 21.952 | 61.466 | 2.47243118 | 6.92280729 | 0.780 |
| Total | 18 | 9.181273378 | 38.4 | 86.4 | 202.7328 | 16.4615281 | 34.9218704 | 8.434351613 |

Sumber : data hasil penelitian

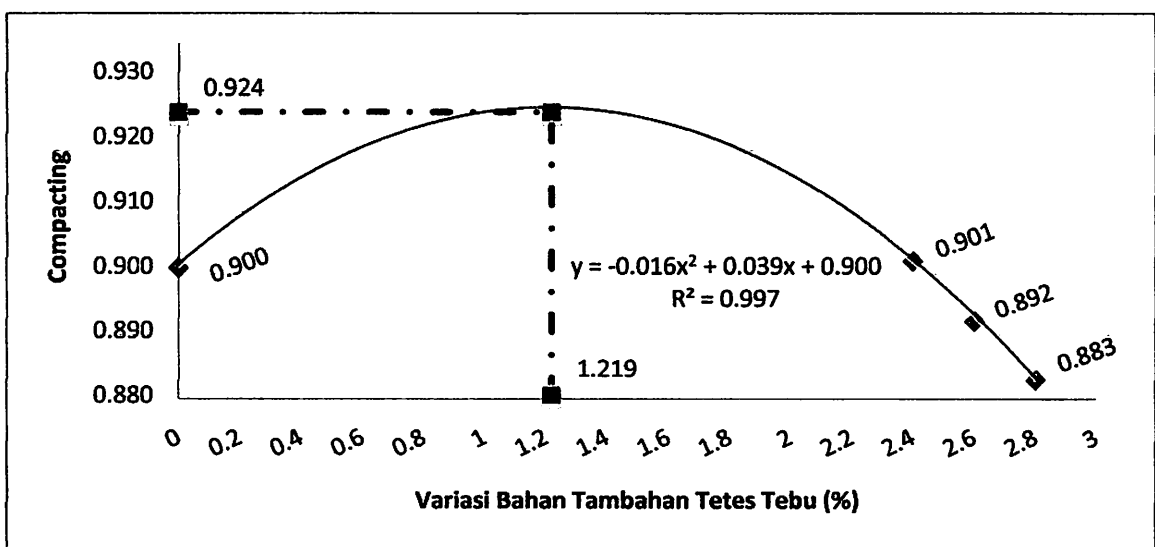
Didapat Persamaan

$$\hat{Y} = -0,026x^2 + 0,066x + 0,901$$

Didapat koefisien determinasi (R²) :

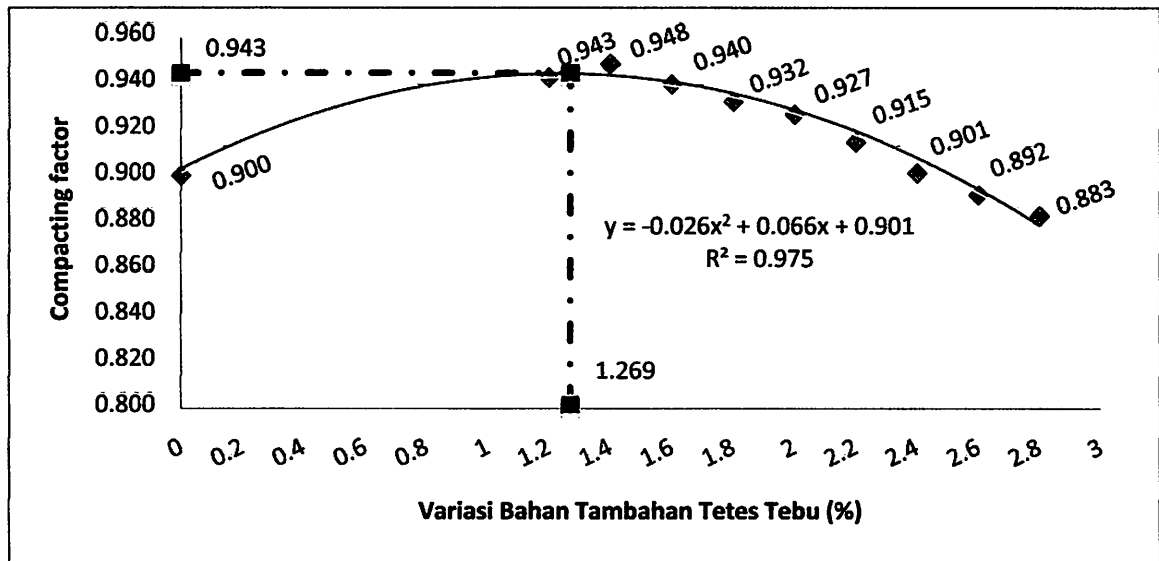
$$R^2 = 0,975$$

Grafik 5.21. Analisa Regresi Untuk Workability (Variasi 0;2,4;2,6;2,8%)



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.94. Analisa Regresi Untuk Workability
(Variasi 0 – 2,8%)**



Sumber : data hasil penelitian

Berdasarkan hasil analisa regresi di atas mengenai hubungan variasi tetes tebu terhadap pengujian yang dilakukan dapat dirangkum beberapa pembahasan antara lain :

1. Penambahan variasi tetes tebu sampai variasi 1,4 akan meningkatkan sifat mekanis beton antara lain kuat tekan beton, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas.
2. Untuk pengujian porositas berbanding terbalik terhadap pengujian yang lainnya, dapat dikatakan semakin banyak penambahan variasi tetes tebu akan memperbanyak pori yang ada pada beton, sehingga beton akan mudah keropos.
3. Untuk pengujian terhadap beton basah dapat dilihat dari pengujian compacting factor, dimana semakin tinggi nilai CF, maka campuran akan

semakin padat dan sifat workabilitas/kemudahan dalam pekerjaannya akan berkurang

5.2.11. Nilai Optimum Variasi Campuran

- Variasi 0;2,4;2,6;2,8%

Nilai variasi optimum campuran adalah suatu nilai puncak dari grafik parabola polinier yang didapat dari regresi. Adapun cara mendapatkan nilai optimum adalah dengan mencari nilai defrensial atau menurunkan persamaan polinier kuadrat dimana $Y = 0$.

Sebagai contoh perhitungan, akan dicari nilai kuat tekan optimum dari variasi 0;2,4;2,6;2,8%

– Persamaan Kuat Tekan Beton :

– $y = -2.929x^2 + 7.488x + 25.13$

– Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-2,929)x + 7.488 = 0$$

$$-5.858 + 7.488 = 0$$

$$x = \frac{7.488}{5.858}$$

$$x = 1.278$$

– Kuat Tekan Optimum, variasi $x = 1,278$

$$y = -2.929.(1.278)^2 + 7.488.(1.278) + 25.13$$

$$y = 29.916 \text{ Mpa}$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum untuk variasi 1.278% (variasi 0;2,4;2,6;2,8%) sebesar 29.916 Mpa. Sebagai variasi acuan dipakai variasi optimum dari kuat tekan beton dengan variasi optimum sebesar 1.278 %.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

Tabel 5.95. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0;2,4;2,6;2,8%)

| No | Keterangan | Variasi Optimum (%) | Nilai Optimum |
|----|---------------------|---------------------|---------------|
| 1 | Kuat Tekan | 1.278 | 29.916 Mpa |
| 2 | Kuat Tarik belah | 1.211 | 2.337 Mpa |
| 3 | Kuat Tarik Lentur | 1.222 | 5.039 Mpa |
| 4 | Modulus Elastisitas | 1.667693 | 7402.001 Mpa |
| 5 | Porositas | 1.188986 | 9.061391 % |
| 6 | Workability | 1.219 | 0.924 |

Tabel 5.96. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0;2,4;2,6;2,8%)

| No | Keterangan | Variasi Optimum (%) | Nilai Optimum Acuan (MPa) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------------|
| 1 | Kuat Tekan | 1.278 | 29.916 Mpa |
| 2 | Kuat Tarik belah | | 2.336 Mpa |
| 3 | Kuat tarik lentur | | 5.037 Mpa |
| 4 | Modulus Elastisitas | | 7328.01 Mpa |
| 5 | Porositas | | 9.08 % |
| 6 | Workability | | 0.924 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

- **Variasi 0 – 2,8 %**

Nilai variasi optimum campuran adalah suatu nilai puncak dari grafik parabola polinier yang didapat dari regresi. Adapun cara mendapatkan nilai optimum adalah dengan mencari nilai defrensial atau menurunkan persamaan polinier kuadrat dimana $Y = 0$.

Sebagai contoh perhitungan, akan dicari nilai kuat tekan optimum dari variasi 0 – 2,8 %.

- Persamaan Kuat Tekan Beton :

$$y = -2.393x^2 + 6,178x + 24.99$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-2,393)x + 6.178 = 0$$

$$-4,786x + 6,178 = 0$$

$$x = \frac{6,178}{4,786}$$

$$x = 1.291$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi x = 1.291

$$y = -2.393(1.291)^2 + 6.178(1.291) + 24.99$$

$$y = 28,977 \text{ Mpa}$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum untuk variasi 1,291 % (variasi 0-2,8%) sebesar 28,977 Mpa. Sebagai variasi acuan dipakai variasi optimum dari kuat tekan beton dengan variasi optimum sebesar 1.291 %.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

Tabel 5.97. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-2,8%)

| No | Keterangan | Variasi Optimum (%) | Nilai Optimum (MPa) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | Kuat Tekan | 1.291 | 28,977 Mpa |
| 2 | Kuat Tarik belah | 1.240 | 2.671 Mpa |
| 3 | Kuat tarik lentur | 1.217 | 5.032 Mpa |
| 4 | Modulus Elastisitas | 1.509 | 7865.260 Mpa |
| 5 | Porositas | 1.209 | 7.643 % |
| 6 | workability | 1.269 | 0.943 Mpa |

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.98. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-2,8%)

| No | Keterangan | Variasi Optimum (%) | Nilai Optimum Acuan (MPa) |
|----|---------------------|---------------------|---------------------------|
| 1 | Kuat Tekan | 1,291 | 28.977 Mpa |
| 2 | Kuat Tarik belah | | 2.670 Mpa |
| 3 | Kuat tarik lentur | | 5.029 Mpa |
| 4 | Modulus Elastisitas | | 7828.776 Mpa |
| 5 | Porositas | | 7.660 % |
| 6 | Workability | | 0.943 |

Sumber : Data Hasil Penelitian

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Dari hasil Hipotesis, penambahan tetes tebu manaikan kekuatan beton pada variasi awal tetapi semakin banyak penambahan jumlah tetes tebu akan mengurangi kekuatan beton.
- b. Nilai Maksimum Kuat Tekan pada variasi 2,4%,2,6% 2,8%, terjadi pada variasi 2,4% yaitu 26,189 Mpa tetapi jika ditambahkan variasi lainnya yaitu 1,2%-2,8% maka kekuatannya maksimumnya pada variasi 1,4% yaitu 28,850 Mpa.
- c. Nilai optimum Kuat Tekan pada variasi 0%,2,4%,2,6%, 2,8% terjadi diluar variasi 2,4%-2,8% yaitu 1,278% tetapi jika digabungkan dengan variasi lainnya yaitu 1,2%,-2,8% maka variasi optimumnya terjadi pada variasi 1,291% dengan nilai optimum 28,977 Mpa.

6.2. Saran

Saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut :

- a. Pengambilan interval variasi sebaiknya dilakukan secara baik dan akurat sehingga dalam mencari nilai optimum lebih tepat.
- b. Dalam penggunaan tetes tebu untuk penelitian selanjutnya atau untuk pengaplikasiannya menggunakan jumlah tetes yang tidak banyak karena semakin banyak penambahan tetes tebu akan mengurangi kekuatan beton itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Petunjuk Praktikum Beton*. Laboratorium Teknik Sipil
Institut Teknologi Nasional Malang, Malang
- Anonim. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*,
SNI 03-2847-2002. Bandung
- Djoko Sri M, Tri. 2006. *Perbandingan Pengaruh Tetes Tebu Dan Super
Plasticizer Terhadap Daya Kerja Dan Kuat Tekan Beton Rencana K-225*.
Universitas Gunadarma, Jakarta. Diakses tanggal 3 Mei 2010
repository.gunadarma.ac.id:8000/Jurnal_Ary_&_Yenny_937.pdf
- Kurniawan Dedy, W. 2011. *Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Tetes Tebu
(variasi 1,8%-2,2%) Terhadap Sifat Mekanis Dan Sifat Fisis Pada Mutu
Beton 25 Mpa*. Institut Teknologi Nasional Malang, Malang
- Dwi Kurniawan, Andika. 2009. *Penggunaan tetes tebu sebagai bahan tambahan
campuran aspal beton ditinjau dari nilai parameter Marshall*.
Universitas Negeri Malang, Malang. Diakses tanggal 3 Mei 2010
karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TS/article/view/162
- Kuswurj,Risvan. 2009. *Tetes (Molasses)*. Sugar Technology and Research
Diakses tanggal 5 Mei 2010
<http://www.risvank.com/2009/04/tetes-molasses/comment-page-1/>
- Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Yudistya I putu, BS. 2011. *Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Tetes Tebu
(variasi 1,28%-1,6%) Terhadap Sifat Mekanis Dan Sifat Fisis Pada Mutu
Beton 25 Mpa*. Institut Teknologi Nasional Malang, Malang

Lampiran I

Data Hasil Pengujian



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 BATU PECAH

| LEPAS / GEMBUR | | I | II | III |
|----------------|---|-------|-------|-------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 21780 | 21620 | 21270 |
| B. | Berat tempat (gr) | 7930 | 7930 | 7930 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 13850 | 13690 | 13340 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 10000 | 10000 | 10000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.39 | 1.37 | 1.33 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.36 | | |

| PADAT | | I | II | III |
|-------|---|-------|-------|-------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 22540 | 22340 | 22190 |
| B. | Berat tempat (gr) | 7930 | 7930 | 7930 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 14610 | 14410 | 14260 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 10000 | 10000 | 10000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.46 | 1.44 | 1.43 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.44 | | |



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) | 7450 | 7460 | 7480 |
| B. | Berat tempat (gr) | 3560 | 3560 | 3560 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 3890 | 3900 | 3920 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 3000 | 3000 | 3000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.30 | 1.30 | 1.31 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.30 | | |

| PADAT | | I | II | III |
|-------|---|------|------|------|
| A. | Berat tempat + Benda uji (gr) | 7820 | 7760 | 7810 |
| B. | Berat tempat (gr) | 3560 | 3560 | 3560 |
| C. | Berat benda uji (gr) | 4260 | 4200 | 4250 |
| D. | Isi tempat (cm ³) | 3000 | 3000 | 3000 |
| E. | Berat isi benda uji (gr/cm ³) | 1.42 | 1.40 | 1.42 |
| F. | Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³) | 1.41 | | |



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

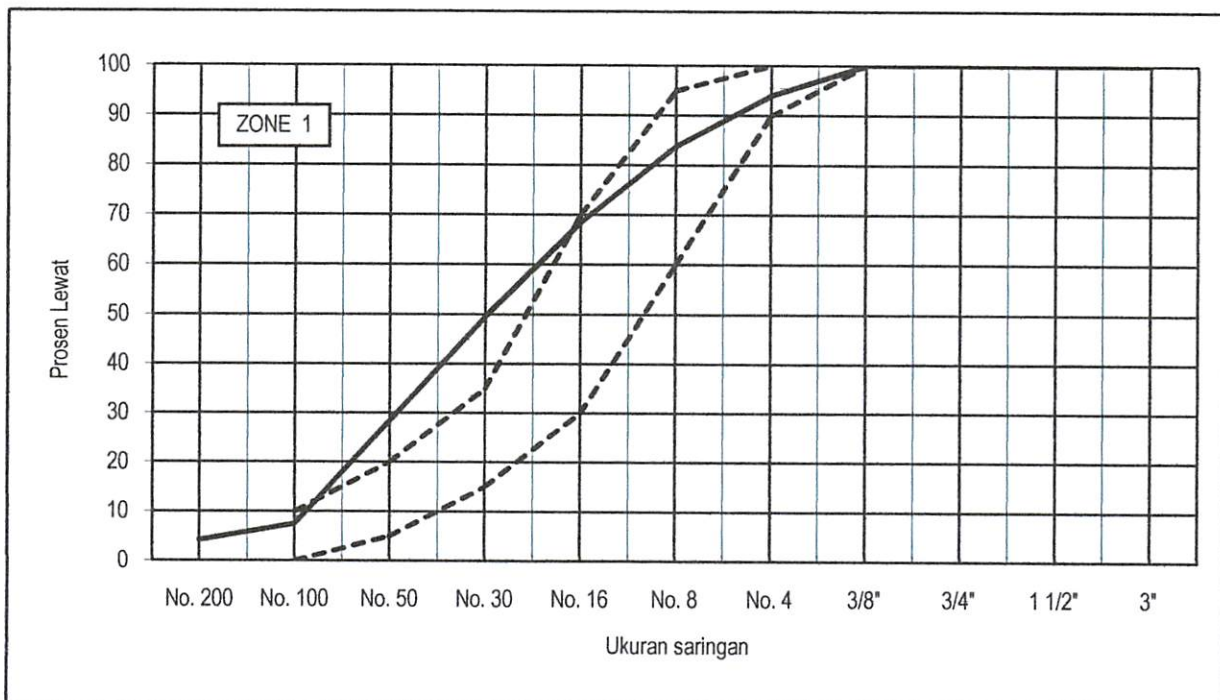
Lmp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Berat contoh kering : 4000 gr

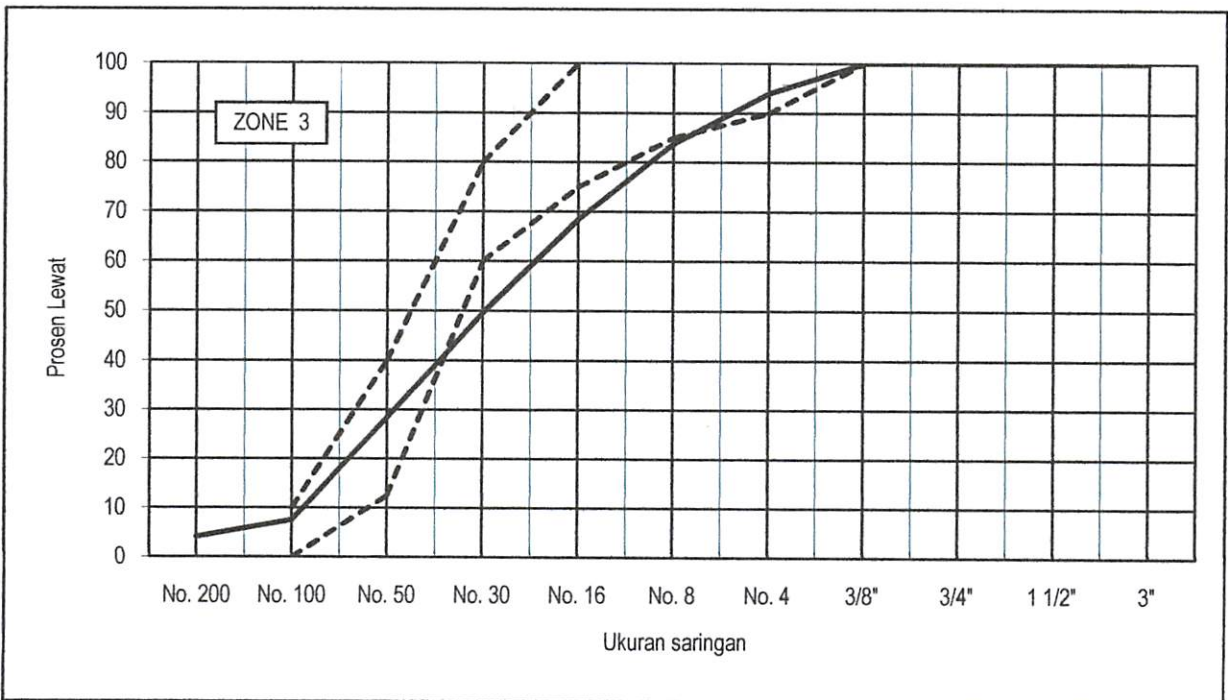
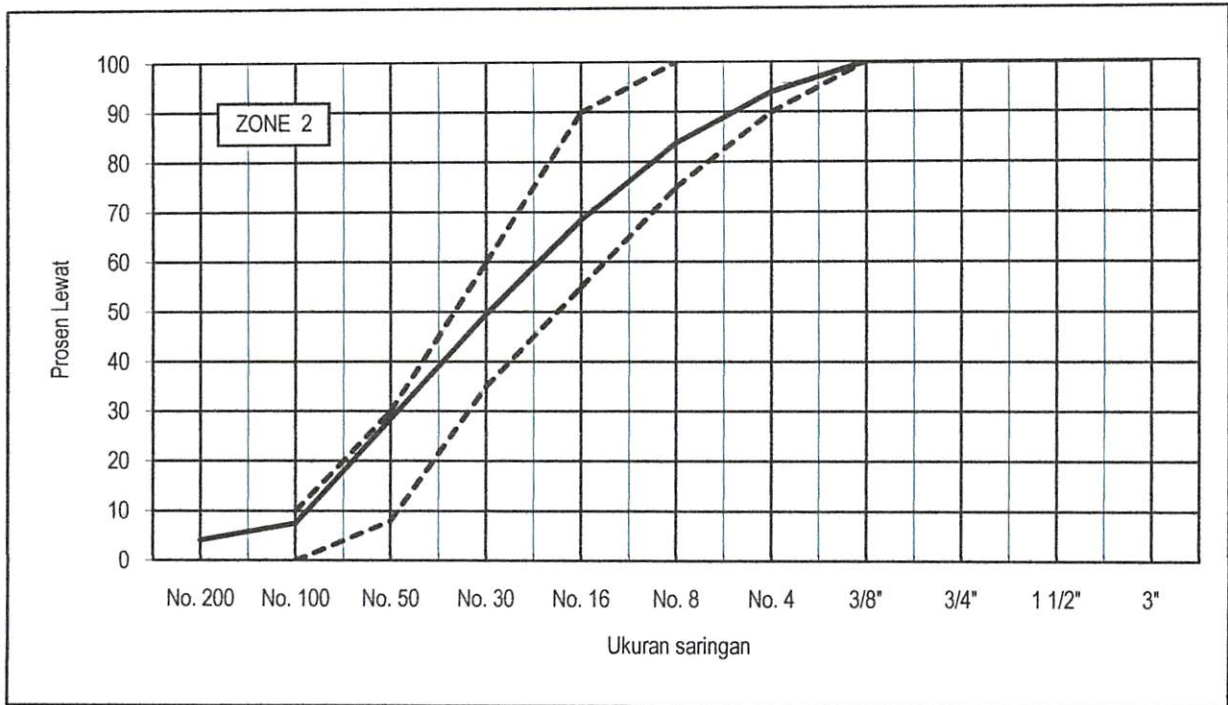
| Ukuran saringan | Berat tertahan | Prosen tertahan | Kumulatif | |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | tertahan | lewat |
| 76.2 mm (3") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 38.1 mm (1 1/2") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 19.1 mm (3/4") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 9.6 mm (3/8") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 4.75 mm (No. 4) | 239.40 | 5.99 | 5.99 | 94.02 |
| 2.36 mm (No. 8) | 408.50 | 10.21 | 16.20 | 83.80 |
| 1.18 mm (No. 16) | 613.00 | 15.33 | 31.52 | 68.48 |
| 0.6 mm (No. 30) | 756.10 | 18.90 | 50.43 | 49.58 |
| 0.3 mm (No. 50) | 845.00 | 21.13 | 71.55 | 28.45 |
| 0.15 mm (No. 100) | 835.90 | 20.90 | 92.45 | 7.55 |
| 0.075 mm (No. 200) | 135.70 | 3.39 | 95.84 | 4.16 |
| pan | 59.20 | 1.48 | 97.32 | 2.68 |





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

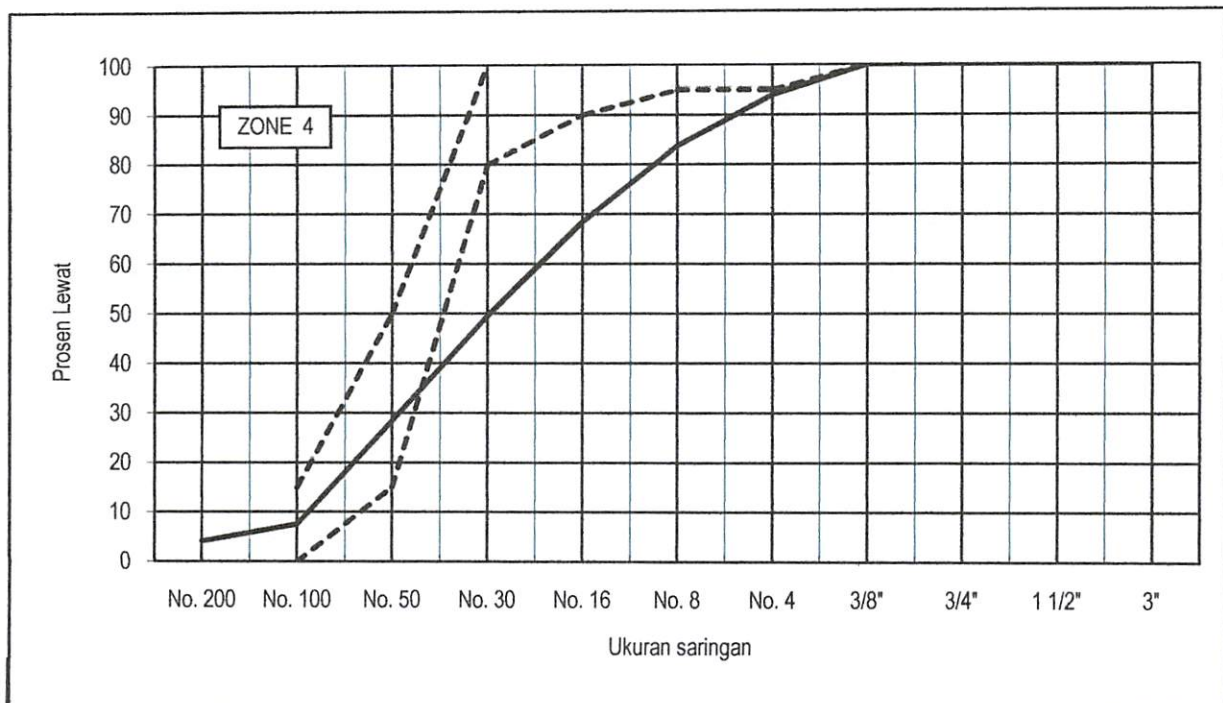
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145





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

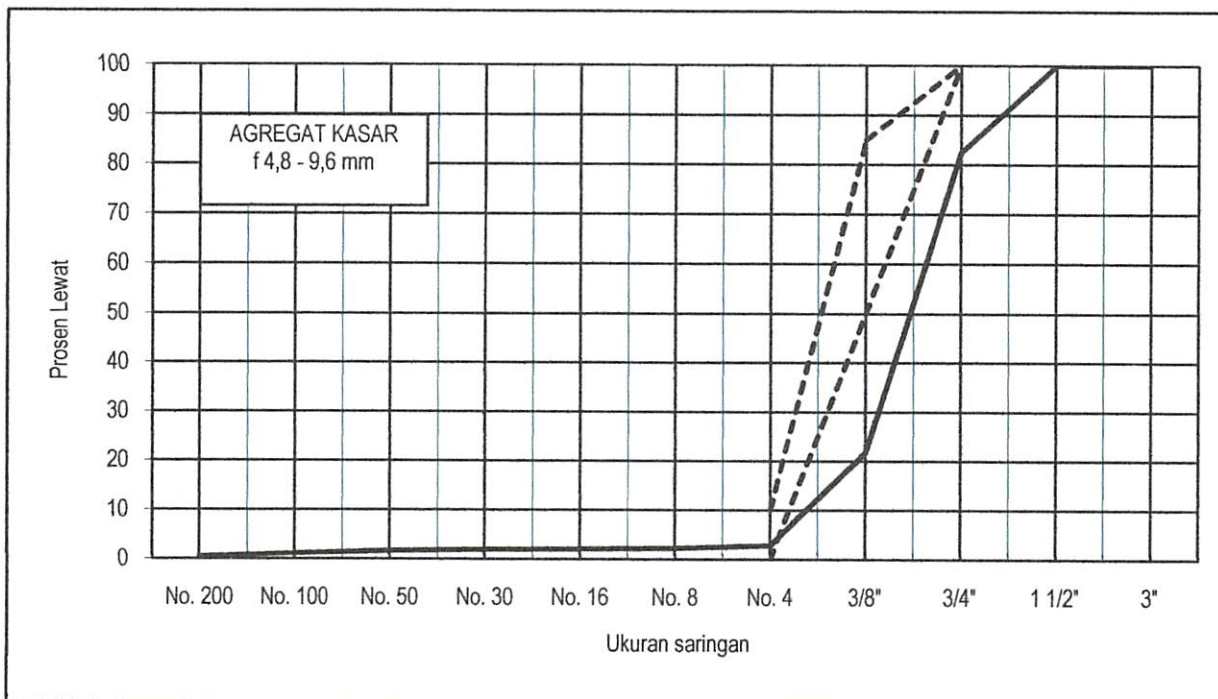
Lmp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Berat contoh kering : 21350 gr

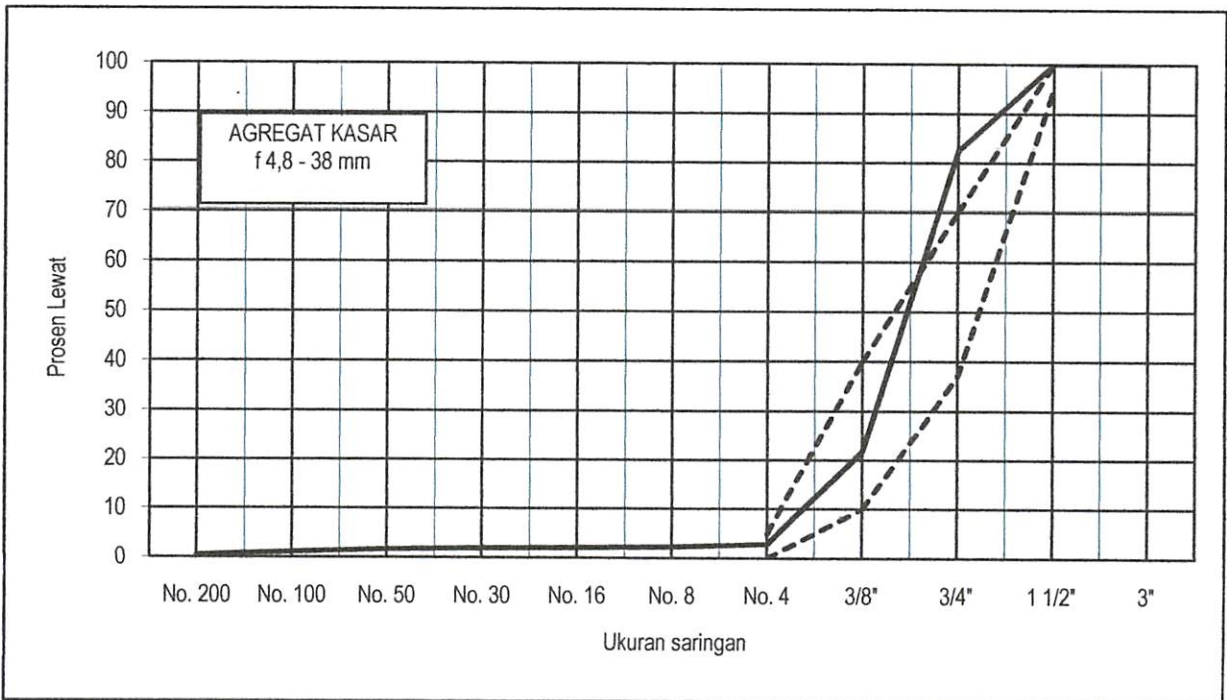
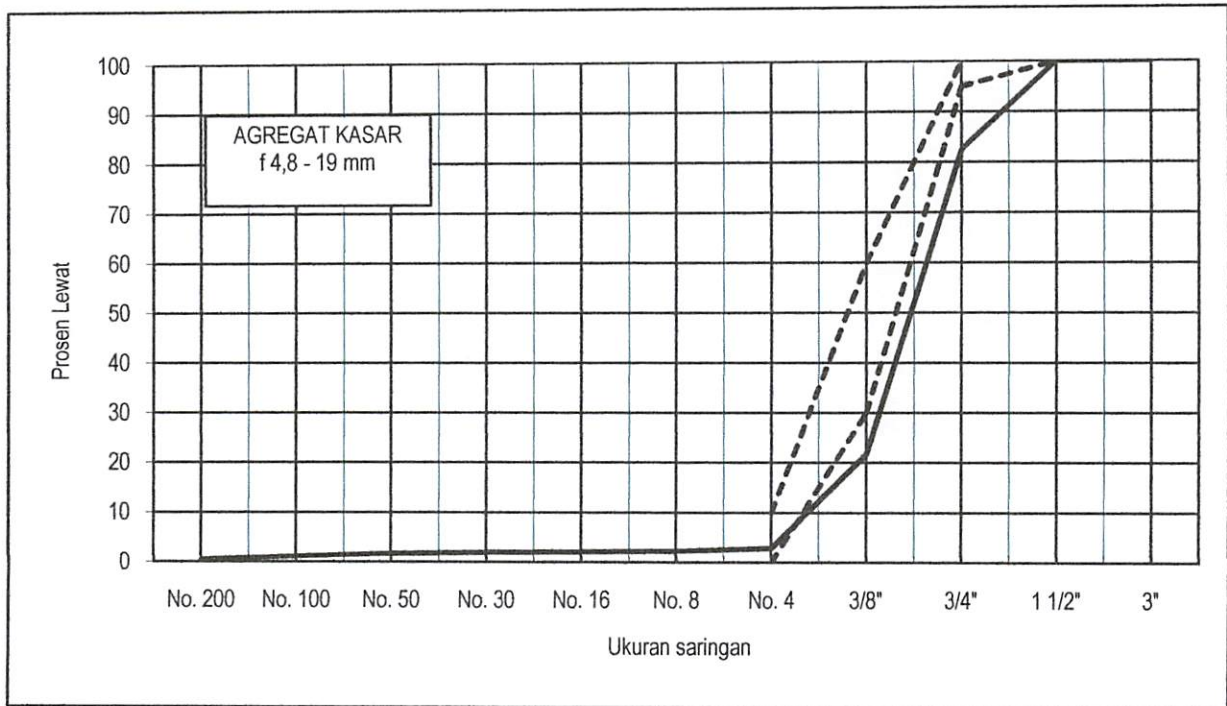
| Ukuran saringan | Berat tertahan | Prosen tertahan | Kumulatif | |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | tertahan | lewat |
| 76.2 mm (3") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 38.1 mm (1 1/2") | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 19.1 mm (3/4") | 3.73 | 17.47 | 17.47 | 82.53 |
| 9.6 mm (3/8") | 12.98 | 60.80 | 78.27 | 21.73 |
| 4.75 mm (No. 4) | 4.02 | 18.83 | 97.10 | 2.90 |
| 2.36 mm (No. 8) | 0.12 | 0.57 | 97.67 | 2.33 |
| 1.18 mm (No. 16) | 0.04 | 0.17 | 97.84 | 2.16 |
| 0.6 mm (No. 30) | 0.03 | 0.15 | 97.99 | 2.01 |
| 0.3 mm (No. 50) | 0.06 | 0.26 | 98.25 | 1.75 |
| 0.15 mm (No. 100) | 0.12 | 0.58 | 98.83 | 1.17 |
| 0.075 mm (No. 200) | 0.15 | 0.69 | 99.52 | 0.48 |
| pan | 0.09 | 0.44 | 99.96 | 0.04 |





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 :

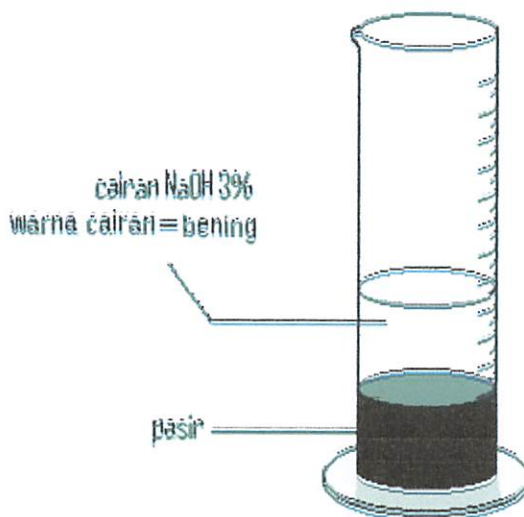
V1 (tinggi pasir) = 470 ml

V2 (tinggi lumpur) = 3 ml

$$\begin{aligned} \text{Kadar lumpur} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100 \% \\ &= 0.634\% \end{aligned}$$

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 | A | B | A | B |
| A. | Berat tempat (gr) | 2390 | 2390 | 2390 | 2390 |
| B. | Berat tempat + contoh (gr) | 23980 | 24600 | 7390 | 7390 |
| C. | Berat tempat + contoh kering ov (gr) | 23320 | 23740 | 7166 | 7158 |
| D. | Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%) | 3.15 | 4.03 | 4.69 | 4.87 |
| F. | Kadar air rata-rata (%) | 3.59 | | 4.78 | |

| AGREGAT HALUS | | ASLI | | SSD | |
|---------------|--|-------|-------|--------|--------|
| | Nomor test | A | B | A | B |
| A. | Berat tempat (gr) | 2530 | 2520 | 172.3 | 166.7 |
| B. | Berat tempat + contoh (gr) | 18610 | 18590 | 672.3 | 666.7 |
| C. | Berat tempat + contoh kering ov (gr) | 17280 | 17140 | 668.70 | 661.00 |
| D. | Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%) | 9.02 | 9.92 | 0.73 | 1.15 |
| F. | Kadar air rata-rata (%) | 9.47 | | 0.94 | |



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 | 496.40 | 494.30 | 495.35 |
| Berat contoh kering permukaan jenuh | Bj | 500.00 | 500.00 | 500.00 |
| Berat piknometer diisi air pada 25°C | B | 676.60 | 663.80 | 670.20 |
| Berat piknometer + contoh + air (25°C) | Bt | 989.50 | 978.50 | 984.00 |
| Berat Jenis (bulk) | $\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$ | 2.65 | 2.67 | 2.66 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh | $\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$ | 2.67 | 2.70 | 2.69 |
| Berat jenis semu (apparent) | $\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$ | 2.71 | 2.75 | 2.73 |
| Penyerapan (absorpsi) | $\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \%$ | 0.73 | 1.15 | 0.94 |



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 | 4776.3 | 4768.6 | 4772.45 |
| Berat contoh kering permukaan jenuh | B _j | 5000 | 5000 | 5000 |
| Berat contoh di dalam air | B _a | 3071.9 | 3072.7 | 3072.3 |
| Berat Jenis (bulk) | $\frac{B_k}{B_j - B_a}$ | 2.48 | 2.47 | 2.48 |
| Berat jenis kering permukaan jenuh | $\frac{B_j}{B_j - B_a}$ | 2.59 | 2.59 | 2.59 |
| Berat jenis semu (apparent) | $\frac{B_k}{B_k - B_a}$ | 2.80 | 2.81 | 2.81 |
| Penyerapan (absorpsi) | $\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$ | 4.68 | 4.85 | 4.77 |



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") | 2501.4 | | | |
| 12.50 mm (1/2") | 9.50 mm (3/8") | 2500.8 | | | |
| 9.50 mm (3/8") | 6.30 mm (1/4") | | | | |
| 6.30 mm (1/4") | 4.75 mm (No. 4) | | 2847.3 | | |
| 4.75 mm (No. 4) | 2.38 mm (No. 8) | | | | |
| Jumlah berat | | 5002.2 | 786.6 | | |
| Berat tertahan saringan no 12 | | | 3633.9 | | |

| | | I | II | |
|---|--|--------|----|------|
| a | Berat benda uji semula | 5002.2 | | gram |
| b | Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4) | 3633.9 | | gram |
| | Keausan : $\frac{a-b}{a} \times 100 \%$ | 27.35 | | % |



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 British 1986 untuk mutu f'c 25

| No. | Sebutan | Referensi Perhitungan | Nilai |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Menentukan komposisi campuran beton kondisi lapangan | | | |
| 25. | Kadar air agregat halus | Tabel pemeriksaan | 9.47 % |
| 26. | Kadar air agregat kasar | Tabel pemeriksaan | 3.59 % |
| 27. | Absorpsi agregat halus | Tabel pemeriksaan | 0.94 % |
| 28. | Absorpsi agregat kasar | Tabel pemeriksaan | 4.77 % |
| 29. | Kelebihan air dalam agregat halus | [27]-[25] | 67.40 kg/m ³ |
| 30. | Kelebihan air dalam agregat kasar | [28]-[26] | -11.87 kg/m ³ |
| 31. | Jumlah agregat halus | $(100+[25])/(100+[27])*[23]$ | 857.72 kg/m ³ |
| 32. | Jumlah agregat kasar | $(100+[26])/(100+[28])*[24]$ | 996.04 kg/m ³ |
| 33. | Jumlah air | $[12]+([27]-[25])+([28]-[26])$ | 159.47 kg/m ³ |

| Komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan | | | | | |
|--|--------------------|------------|--------------------|--------------------|----------|
| | Jumlah | Semen (kg) | Agregat halus (kg) | Agregat kasar (kg) | Air (kg) |
| | Per m ³ | 346.77 | 857.72 | 996.04 | 159.47 |
| | Perbandingan berat | 1 | 2.47 | 2.87 | 0.46 |



**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 British 1986 untuk mutu $f'c$ 25 MPa

| No. | Sebutan | Referensi Perhitungan | Nilai |
|---------------------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------|
| Penerapan variabel perencanaan | | | |
| 1. | Kekuatan tekan karakteristik | Disyaratkan (pada 28 hari) | 25.00 MPa |
| 2. | Deviasi standar | Tabel 1 | 6.00 MPa |
| 3. | Margin kekuatan | 1,34 [2] | 8.04 MPa |
| | | 2,33 [2] - 3,5 | 10.48 MPa |
| 4. | Kekuatan tekan rencana | [1] + [3] | 35.48 MPa |
| 5. | Jenis semen yang digunakan | Disyaratkan | Gresik Type I |
| 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) | 0.620 |
| 8. | Faktor air semen maksimum | Tabel 12 (W/C) | 0.650 |
| 9. | Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan | Terkecil antara [7] dan [8] (W/C) | 0.620 |
| 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 | 215.00 kg/m ³ |
| 13. | Jumlah semen | [12] / [9] | 346.77 kg/m ³ |
| 14. | Jumlah semen minimum | Tabel 12 | 262.50 kg/m ³ |
| 15. | Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan | Terbesar antara [13] dan [14] | 346.77 kg/m ³ |
| 16. | Proporsi agregat halus | Gambar 14 | 43.95 % |
| 17. | Proporsi agregat kasar | 100% - [16] | 56.05 % |
| 18. | Berat jenis agregat halus (SSD) | Tabel pemeriksaan | 2.69 |
| 19. | Berat jenis agregat kasar (SSD) | Tabel pemeriksaan | 2.59 |
| 20. | Berat jenis agregat gabungan | $([16][18]+[17][19])/100$ | 2.63 |
| 21. | Berat jenis beton basah | Gambar 15 | 2360.00 m ³ |
| 22. | Total jumlah agregat | $[21]-[12]-[15]$ | 1798.23 kg/m ³ |
| 23. | Jumlah agregat halus | $[16][22]/100$ | 790.32 kg/m ³ |
| 24. | Jumlah agregat kasar | $[17][22]/100$ | 1007.91 kg/m ³ |

Lampiran II

Dokumentasi

Pemeriksaan Material



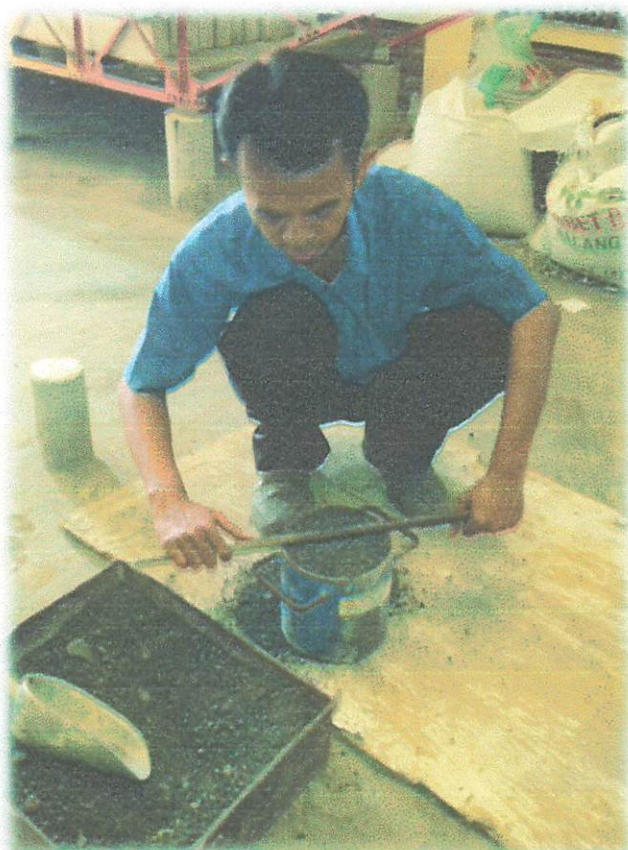
ANALISA AYAKAN



Uji Saringan Iolos No.200



Pemeriksaan Kadar Air

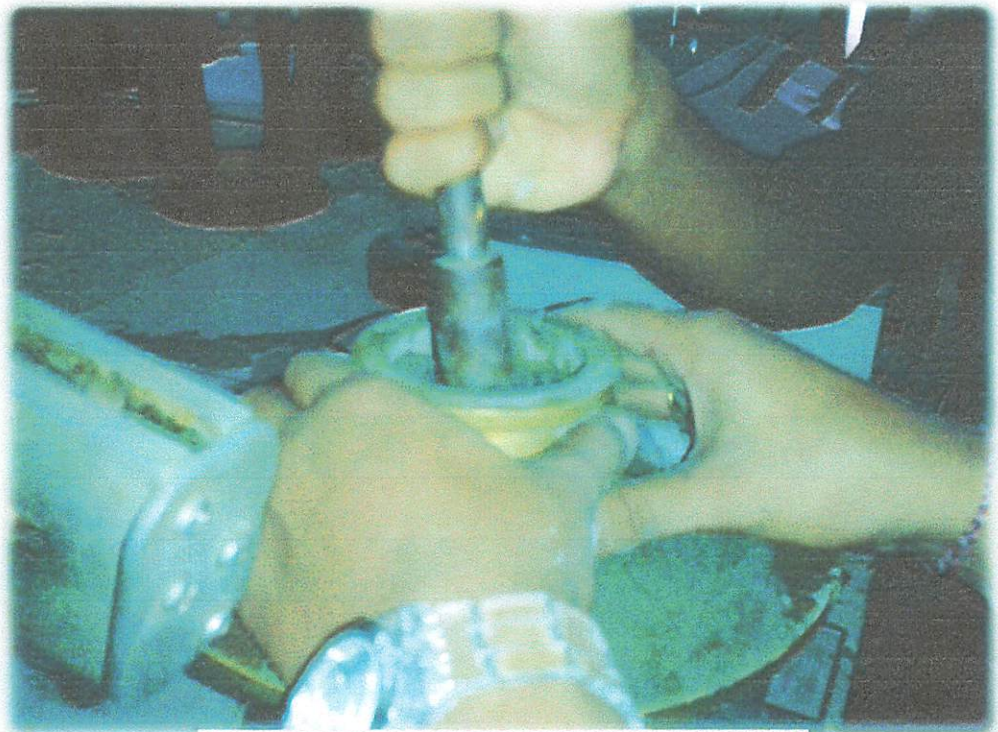


Pemeriksaan Berat Jenis

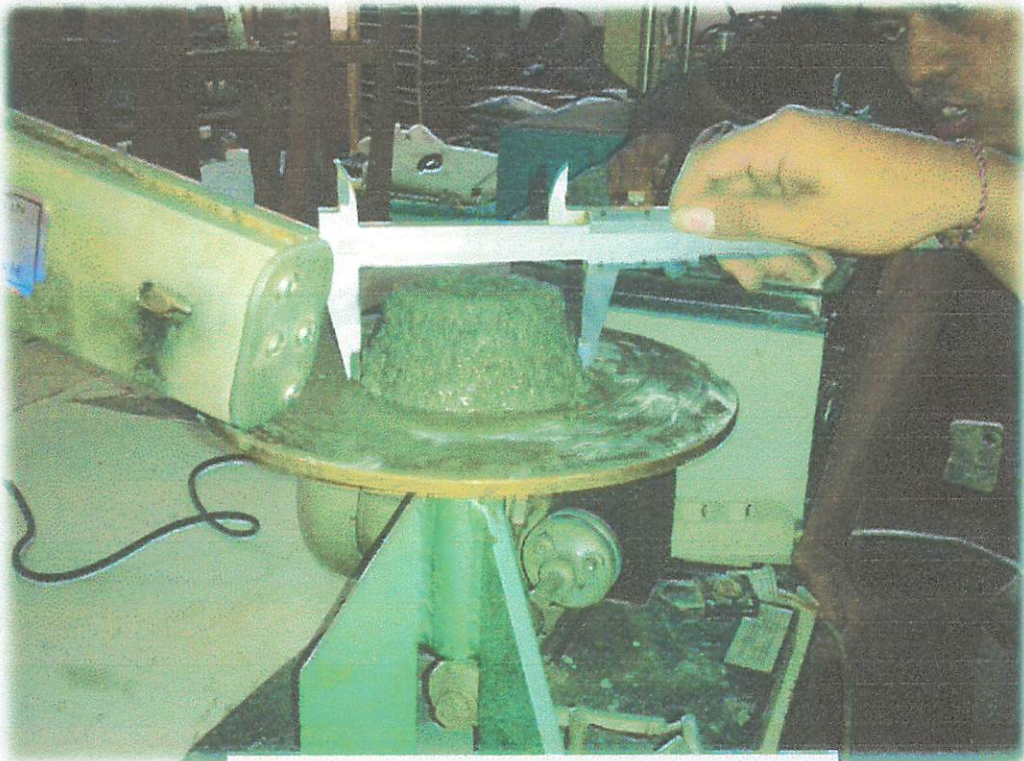
Pembuatan Mortar



Pencampuran Mortar



Uji Plastisitas



Uji Plastisitas



Pencetakan Campuran Mortar

Pembuatan Beton



Pencampuran Beton



Pencampuran Beton



Pengujian Slump



Pengujian Workabilitas



Pencetakan



Pengeringan

Perawatan Beton



Perawatan Mortar



Perawatan Benda Uji



Perawatan Beton

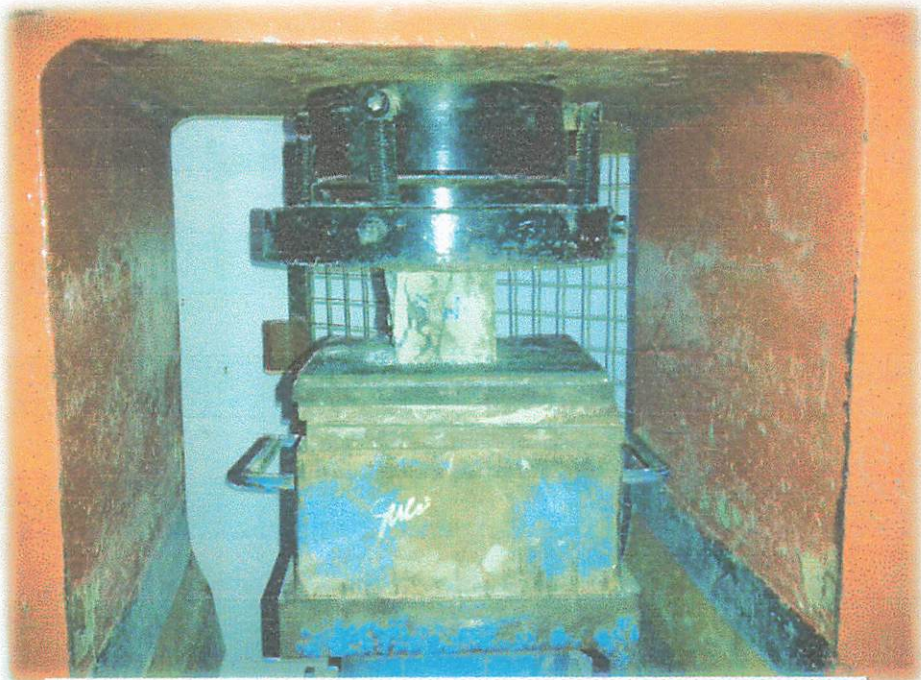


Perawatan Beton

Pengujian Benda Uji



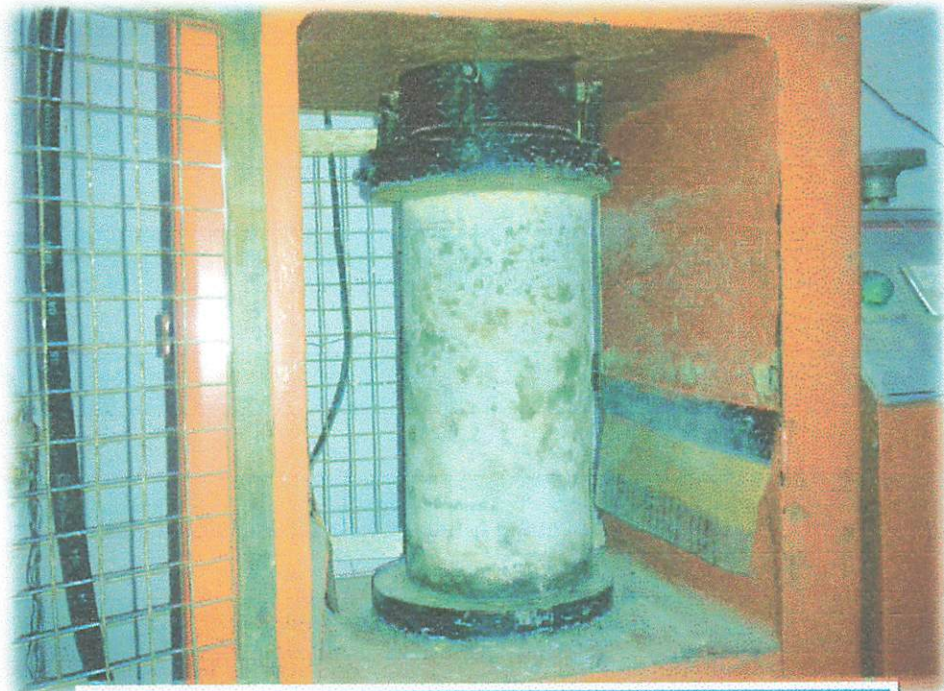
Pengujian Tarik Aksial dan Tarik Lentur Mortar



Pengujian Kuat Tekan Mortar



Caping Blerang



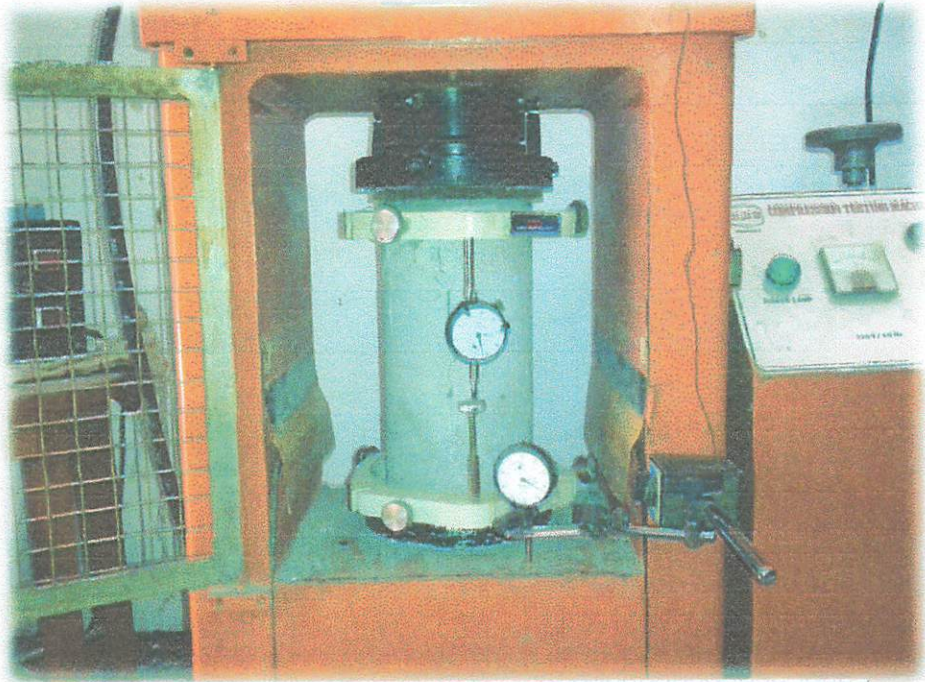
Pengujian Kuat Tekan Beton



Pengujian Kuat Tarik Belah



Pengujian Kuat Tarik Lentur



Pengujian Modulus Elastisitas



Letak Keruntuhan Pada Balok Beton



2006 TEAM TETES-GULA

Lampiran III
Lain-Lain

Table of t-statistics P=0.05

| df2 \ df1 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10.13 | 9.55 | 9.28 | 9.12 | 9.01 | 8.94 | 8.89 | 8.85 | 8.81 | 8.79 | 8.76 | 8.74 | 8.73 | 8.71 | 8.70 | 8.69 | 8.68 | 8.67 | 8.67 | 8.66 | 8.65 | 8.64 | 8.63 | 8.62 | 8.62 | 8.60 | 8.59 | 8.59 | 8.58 | 8.57 | 8.57 | 8.56 | 8.55 | 8.54 | 8.53 | 8.53 | 8.54 | | |
| 7.71 | 6.94 | 6.59 | 6.39 | 6.26 | 6.16 | 6.09 | 6.04 | 6.00 | 5.96 | 5.94 | 5.91 | 5.89 | 5.87 | 5.86 | 5.84 | 5.83 | 5.82 | 5.81 | 5.80 | 5.79 | 5.77 | 5.76 | 5.75 | 5.75 | 5.73 | 5.72 | 5.71 | 5.70 | 5.69 | 5.68 | 5.67 | 5.66 | 5.65 | 5.64 | 5.63 | 5.63 | | |
| 6.61 | 5.79 | 5.41 | 5.19 | 5.05 | 4.95 | 4.88 | 4.82 | 4.77 | 4.74 | 4.70 | 4.68 | 4.66 | 4.64 | 4.62 | 4.60 | 4.59 | 4.58 | 4.57 | 4.56 | 4.54 | 4.53 | 4.52 | 4.50 | 4.50 | 4.48 | 4.46 | 4.45 | 4.44 | 4.43 | 4.42 | 4.41 | 4.39 | 4.37 | 4.37 | 4.36 | | | |
| 5.99 | 5.14 | 4.76 | 4.53 | 4.39 | 4.28 | 4.21 | 4.15 | 4.10 | 4.06 | 4.03 | 4.00 | 3.98 | 3.96 | 3.94 | 3.92 | 3.91 | 3.90 | 3.88 | 3.87 | 3.86 | 3.84 | 3.83 | 3.82 | 3.81 | 3.79 | 3.77 | 3.76 | 3.75 | 3.74 | 3.73 | 3.72 | 3.71 | 3.69 | 3.68 | 3.67 | 3.67 | | |
| 5.59 | 4.74 | 4.35 | 4.12 | 3.97 | 3.87 | 3.79 | 3.73 | 3.68 | 3.64 | 3.60 | 3.57 | 3.55 | 3.53 | 3.51 | 3.49 | 3.48 | 3.47 | 3.46 | 3.44 | 3.43 | 3.41 | 3.40 | 3.39 | 3.38 | 3.36 | 3.34 | 3.33 | 3.32 | 3.30 | 3.29 | 3.29 | 3.27 | 3.25 | 3.24 | 3.23 | 3.23 | | |
| 5.32 | 4.46 | 4.07 | 3.84 | 3.69 | 3.58 | 3.50 | 3.44 | 3.39 | 3.35 | 3.31 | 3.28 | 3.26 | 3.24 | 3.22 | 3.20 | 3.19 | 3.17 | 3.16 | 3.15 | 3.13 | 3.12 | 3.10 | 3.09 | 3.08 | 3.06 | 3.04 | 3.03 | 3.02 | 3.01 | 2.99 | 2.99 | 2.97 | 2.95 | 2.94 | 2.93 | 2.93 | | |
| 5.12 | 4.26 | 3.86 | 3.63 | 3.48 | 3.37 | 3.29 | 3.23 | 3.18 | 3.14 | 3.10 | 3.07 | 3.05 | 3.03 | 3.01 | 2.99 | 2.97 | 2.96 | 2.95 | 2.94 | 2.92 | 2.90 | 2.89 | 2.87 | 2.86 | 2.84 | 2.83 | 2.81 | 2.80 | 2.79 | 2.78 | 2.77 | 2.76 | 2.73 | 2.72 | 2.71 | 2.71 | | |
| 4.96 | 4.10 | 3.71 | 3.48 | 3.33 | 3.22 | 3.14 | 3.07 | 3.02 | 2.98 | 2.94 | 2.91 | 2.89 | 2.86 | 2.85 | 2.83 | 2.81 | 2.80 | 2.79 | 2.77 | 2.75 | 2.74 | 2.72 | 2.71 | 2.70 | 2.68 | 2.66 | 2.65 | 2.64 | 2.62 | 2.61 | 2.60 | 2.59 | 2.56 | 2.55 | 2.54 | 2.54 | | |
| 4.84 | 3.98 | 3.59 | 3.36 | 3.20 | 3.09 | 3.01 | 2.95 | 2.90 | 2.85 | 2.82 | 2.79 | 2.76 | 2.74 | 2.72 | 2.70 | 2.69 | 2.67 | 2.66 | 2.65 | 2.63 | 2.61 | 2.59 | 2.58 | 2.57 | 2.55 | 2.53 | 2.52 | 2.51 | 2.49 | 2.48 | 2.47 | 2.46 | 2.43 | 2.42 | 2.41 | 2.41 | | |
| 4.75 | 3.89 | 3.49 | 3.26 | 3.11 | 3.00 | 2.91 | 2.85 | 2.80 | 2.75 | 2.72 | 2.69 | 2.66 | 2.64 | 2.62 | 2.60 | 2.58 | 2.57 | 2.56 | 2.54 | 2.52 | 2.51 | 2.49 | 2.48 | 2.47 | 2.44 | 2.43 | 2.41 | 2.40 | 2.38 | 2.37 | 2.36 | 2.35 | 2.32 | 2.31 | 2.30 | 2.30 | | |
| 4.67 | 3.81 | 3.41 | 3.18 | 3.03 | 2.92 | 2.83 | 2.77 | 2.71 | 2.67 | 2.63 | 2.60 | 2.58 | 2.55 | 2.53 | 2.51 | 2.50 | 2.48 | 2.47 | 2.46 | 2.44 | 2.42 | 2.41 | 2.39 | 2.38 | 2.36 | 2.34 | 2.33 | 2.31 | 2.30 | 2.28 | 2.27 | 2.26 | 2.23 | 2.22 | 2.21 | 2.21 | | |
| 4.60 | 3.74 | 3.34 | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.76 | 2.70 | 2.65 | 2.60 | 2.57 | 2.53 | 2.51 | 2.48 | 2.46 | 2.44 | 2.43 | 2.41 | 2.40 | 2.39 | 2.37 | 2.35 | 2.33 | 2.32 | 2.31 | 2.28 | 2.27 | 2.25 | 2.24 | 2.22 | 2.21 | 2.20 | 2.19 | 2.16 | 2.14 | 2.14 | 2.13 | | |
| 4.54 | 3.68 | 3.29 | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.64 | 2.59 | 2.54 | 2.51 | 2.48 | 2.45 | 2.42 | 2.40 | 2.38 | 2.37 | 2.35 | 2.34 | 2.33 | 2.31 | 2.29 | 2.27 | 2.26 | 2.25 | 2.22 | 2.20 | 2.19 | 2.18 | 2.16 | 2.15 | 2.14 | 2.12 | 2.10 | 2.08 | 2.07 | 2.07 | | |
| 4.49 | 3.63 | 3.24 | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.66 | 2.59 | 2.54 | 2.49 | 2.46 | 2.42 | 2.40 | 2.37 | 2.35 | 2.33 | 2.32 | 2.30 | 2.29 | 2.28 | 2.25 | 2.24 | 2.22 | 2.21 | 2.19 | 2.17 | 2.15 | 2.14 | 2.12 | 2.11 | 2.09 | 2.08 | 2.07 | 2.04 | 2.02 | 2.02 | 2.01 | | |
| 4.45 | 3.59 | 3.20 | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.61 | 2.55 | 2.49 | 2.45 | 2.41 | 2.38 | 2.35 | 2.33 | 2.31 | 2.29 | 2.27 | 2.26 | 2.24 | 2.23 | 2.21 | 2.19 | 2.17 | 2.16 | 2.15 | 2.12 | 2.10 | 2.09 | 2.08 | 2.06 | 2.05 | 2.03 | 2.02 | 1.99 | 1.97 | 1.97 | 1.96 | | |
| 4.41 | 3.55 | 3.16 | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.58 | 2.51 | 2.46 | 2.41 | 2.37 | 2.34 | 2.31 | 2.29 | 2.27 | 2.25 | 2.23 | 2.22 | 2.20 | 2.19 | 2.17 | 2.15 | 2.13 | 2.12 | 2.11 | 2.08 | 2.06 | 2.05 | 2.04 | 2.02 | 2.00 | 1.99 | 1.98 | 1.95 | 1.93 | 1.92 | 1.92 | | |
| 4.38 | 3.52 | 3.13 | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.54 | 2.48 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.31 | 2.28 | 2.26 | 2.23 | 2.21 | 2.20 | 2.18 | 2.17 | 2.16 | 2.13 | 2.11 | 2.10 | 2.08 | 2.07 | 2.05 | 2.03 | 2.01 | 2.00 | 1.98 | 1.97 | 1.96 | 1.94 | 1.91 | 1.89 | 1.88 | 1.88 | | |
| 4.35 | 3.49 | 3.10 | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.51 | 2.45 | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.28 | 2.25 | 2.23 | 2.20 | 2.18 | 2.17 | 2.15 | 2.14 | 2.12 | 2.10 | 2.08 | 2.07 | 2.05 | 2.04 | 2.01 | 1.99 | 1.98 | 1.97 | 1.95 | 1.93 | 1.92 | 1.91 | 1.88 | 1.86 | 1.85 | 1.84 | 1.84 | |
| 4.30 | 3.44 | 3.05 | 2.82 | 2.66 | 2.55 | 2.46 | 2.40 | 2.34 | 2.30 | 2.26 | 2.23 | 2.20 | 2.17 | 2.15 | 2.13 | 2.11 | 2.10 | 2.08 | 2.07 | 2.05 | 2.03 | 2.01 | 2.00 | 1.98 | 1.96 | 1.94 | 1.92 | 1.91 | 1.89 | 1.88 | 1.86 | 1.84 | 1.83 | 1.82 | 1.80 | 1.77 | 1.75 | 1.74 |
| 4.26 | 3.40 | 3.01 | 2.78 | 2.62 | 2.51 | 2.42 | 2.36 | 2.30 | 2.25 | 2.22 | 2.18 | 2.15 | 2.13 | 2.11 | 2.09 | 2.07 | 2.05 | 2.04 | 2.03 | 2.00 | 1.98 | 1.97 | 1.95 | 1.93 | 1.91 | 1.90 | 1.87 | 1.85 | 1.84 | 1.82 | 1.80 | 1.79 | 1.78 | 1.76 | 1.73 | 1.71 | 1.70 | 1.69 |
| 4.23 | 3.37 | 2.98 | 2.74 | 2.59 | 2.47 | 2.39 | 2.32 | 2.27 | 2.22 | 2.18 | 2.15 | 2.12 | 2.09 | 2.07 | 2.05 | 2.03 | 2.02 | 2.00 | 1.99 | 1.97 | 1.96 | 1.93 | 1.91 | 1.90 | 1.88 | 1.87 | 1.84 | 1.82 | 1.80 | 1.79 | 1.77 | 1.75 | 1.74 | 1.73 | 1.69 | 1.67 | 1.66 | 1.66 |
| 4.20 | 3.34 | 2.95 | 2.71 | 2.56 | 2.45 | 2.36 | 2.29 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.09 | 2.06 | 2.04 | 2.02 | 2.00 | 1.99 | 1.97 | 1.96 | 1.93 | 1.91 | 1.89 | 1.87 | 1.85 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.77 | 1.76 | 1.74 | 1.72 | 1.71 | 1.70 | 1.66 | 1.64 | 1.63 | 1.62 | |
| 4.17 | 3.32 | 2.92 | 2.69 | 2.53 | 2.42 | 2.33 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.13 | 2.09 | 2.06 | 2.04 | 2.01 | 1.99 | 1.98 | 1.96 | 1.95 | 1.93 | 1.91 | 1.89 | 1.87 | 1.85 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.77 | 1.76 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.68 | 1.66 | 1.65 | 1.63 | 1.60 | 1.57 | 1.56 |
| 4.12 | 3.27 | 2.87 | 2.64 | 2.49 | 2.37 | 2.29 | 2.22 | 2.16 | 2.11 | 2.08 | 2.04 | 2.01 | 1.99 | 1.96 | 1.94 | 1.92 | 1.91 | 1.89 | 1.88 | 1.85 | 1.83 | 1.82 | 1.80 | 1.79 | 1.76 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.68 | 1.66 | 1.64 | 1.62 | 1.61 | 1.59 | 1.55 | 1.53 | 1.52 | 1.51 |
| 4.08 | 3.23 | 2.84 | 2.61 | 2.45 | 2.34 | 2.25 | 2.18 | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 2.00 | 1.97 | 1.95 | 1.92 | 1.90 | 1.89 | 1.87 | 1.85 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.77 | 1.76 | 1.74 | 1.73 | 1.71 | 1.68 | 1.66 | 1.64 | 1.63 | 1.60 | 1.59 | 1.57 | 1.55 | 1.51 | 1.49 | 1.48 | 1.47 |
| 4.06 | 3.20 | 2.81 | 2.58 | 2.42 | 2.31 | 2.22 | 2.15 | 2.10 | 2.05 | 2.01 | 1.97 | 1.94 | 1.92 | 1.89 | 1.87 | 1.86 | 1.84 | 1.82 | 1.81 | 1.78 | 1.76 | 1.74 | 1.73 | 1.71 | 1.68 | 1.66 | 1.64 | 1.63 | 1.61 | 1.60 | 1.58 | 1.56 | 1.54 | 1.52 | 1.48 | 1.46 | 1.45 | 1.44 |
| 4.03 | 3.18 | 2.79 | 2.56 | 2.40 | 2.29 | 2.20 | 2.13 | 2.07 | 2.03 | 1.99 | 1.95 | 1.92 | 1.89 | 1.87 | 1.85 | 1.83 | 1.81 | 1.80 | 1.78 | 1.76 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.69 | 1.66 | 1.63 | 1.61 | 1.60 | 1.58 | 1.56 | 1.53 | 1.52 | 1.50 | 1.48 | 1.44 | 1.41 | 1.40 | 1.39 |
| 4.00 | 3.15 | 2.76 | 2.53 | 2.37 | 2.25 | 2.17 | 2.10 | 2.04 | 1.99 | 1.95 | 1.92 | 1.89 | 1.86 | 1.84 | 1.82 | 1.80 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.72 | 1.70 | 1.68 | 1.66 | 1.65 | 1.62 | 1.59 | 1.57 | 1.55 | 1.53 | 1.50 | 1.49 | 1.47 | 1.45 | 1.43 | 1.40 | 1.37 | 1.36 | 1.35 |
| 3.98 | 3.13 | 2.74 | 2.50 | 2.35 | 2.23 | 2.14 | 2.07 | 2.02 | 1.97 | 1.93 | 1.89 | 1.86 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.77 | 1.75 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.68 | 1.65 | 1.64 | 1.62 | 1.59 | 1.57 | 1.55 | 1.53 | 1.50 | 1.49 | 1.47 | 1.45 | 1.43 | 1.41 | 1.38 | 1.35 | 1.34 | 1.33 |
| 3.96 | 3.11 | 2.72 | 2.49 | 2.33 | 2.21 | 2.13 | 2.06 | 2.00 | 1.95 | 1.91 | 1.88 | 1.84 | 1.82 | 1.79 | 1.77 | 1.75 | 1.73 | 1.71 | 1.70 | 1.68 | 1.65 | 1.63 | 1.61 | 1.59 | 1.57 | 1.54 | 1.52 | 1.49 | 1.48 | 1.45 | 1.43 | 1.41 | 1.39 | 1.34 | 1.31 | 1.30 | 1.28 | |
| 3.94 | 3.09 | 2.70 | 2.46 | 2.31 | 2.19 | 2.10 | 2.03 | 1.97 | 1.93 | 1.89 | 1.85 | 1.82 | 1.79 | 1.77 | 1.75 | 1.73 | 1.71 | 1.69 | 1.68 | 1.65 | 1.63 | 1.61 | 1.59 | 1.57 | 1.54 | 1.52 | 1.49 | 1.48 | 1.45 | 1.43 | 1.41 | 1.39 | 1.36 | 1.32 | 1.30 | 1.28 | | |
| 3.89 | 3.04 | 2.65 | 2.42 | 2.26 | 2.14 | 2.06 | 1.98 | 1.93 | 1.88 | 1.84 | 1.80 | 1.77 | 1.74 | 1.72 | 1.69 | 1.67 | 1.66 | 1.64 | 1.62 | 1.61 | 1.59 | 1.57 | 1.55 | 1.53 | 1.52 | 1.48 | 1.46 | 1.43 | 1.41 | 1.39 | 1.36 | 1.32 | 1.30 | 1.28 | 1.21 | 1.19 | | |
| 3.86 | 3.01 | 2.62 | 2.39 | 2.23 | 2.12 | 2.03 | 1.96 | 1.90 | 1.85 | 1.81 | 1.77 | 1.74 | 1.71 | 1.69 | 1.66 | 1.64 | 1.62 | 1.61 | 1.59 | 1.56 | 1.54 | 1.52 | 1.50 | 1.48 | 1.45 | 1.42 | 1.40 | 1.38 | 1.35 | 1.32 | 1.30 | 1.29 | 1.26 | 1.19 | 1.13 | 1.11 | 1.08 | |
| 3.85 | 3.00 | 2.61 | 2.38 | 2.22 | 2.11 | 2.02 | 1.95 | 1.89 | 1.84 | 1.80 | 1.76 | 1.73 | 1.70 | 1.68 | 1.65 | 1.63 | 1.61 | 1.60 | 1.58 | 1.55 | 1.53 | 1.51 | 1.49 | 1.47 | 1.43 | 1.41 | 1.38 | 1.36 | 1.33 | 1.31 | 1.29 | 1.26 | 1.19 | 1.13 | 1.11 | 1.08 | | |
| 3.80 | 3.00 | 2.61 | 2.37 | 2.21 | 2.10 | 2.01 | 1.94 | 1.88 | 1.83 | 1.79 | 1.75 | 1.72 | 1.69 | 1.67 | 1.64 | 1.62 | 1.61 | 1.59 | 1.57 | 1.54 | 1.52 | 1.50 | 1.48 | 1.46 | 1.42 | 1.40 | 1.37 | 1.35 | 1.32 | 1.30 | 1.28 | 1.25 | | | | | | |

DAFTAR G

uk Distribusi t

ik

langan Dalam Badan Daftar Menyatakan tp)

| V/dk | t 0.995 | t 0.990 | t 0.975 | t 0.950 | t 0.900 |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 63.66 | 31.82 | 12.71 | 6.31 | 3.08 |
| 2 | 9.92 | 6.96 | 4.3 | 2.92 | 1.89 |
| 3 | 5.84 | 4.54 | 3.18 | 2.35 | 1.64 |
| 4 | 4.6 | 3.75 | 2.78 | 2.13 | 1.53 |
| | | | | | |
| 5 | 4.03 | 3.36 | 2.57 | 2.02 | 1.48 |
| 6 | 3.71 | 3.14 | 2.45 | 1.94 | 1.44 |
| 7 | 3.50 | 3.00 | 2.36 | 1.90 | 1.42 |
| 8 | 3.36 | 2.90 | 2.31 | 1.86 | 1.40 |
| 9 | 3.25 | 2.82 | 2.26 | 1.83 | 1.38 |
| | | | | | |
| 10 | 3.17 | 2.76 | 2.23 | 1.81 | 1.37 |
| 11 | 3.11 | 2.72 | 2.20 | 1.80 | 1.36 |
| 12 | 3.06 | 2.68 | 2.18 | 1.78 | 1.36 |
| 13 | 3.01 | 2.65 | 2.16 | 1.77 | 1.35 |
| 14 | 2.98 | 2.62 | 2.14 | 1.76 | 1.34 |
| | | | | | |
| 15 | 2.95 | 2.6 | 2.13 | 1.75 | 1.34 |
| 16 | 2.92 | 2.58 | 2.12 | 1.75 | 1.34 |
| 17 | 2.9 | 2.57 | 2.11 | 1.74 | 1.33 |
| 18 | 2.88 | 2.55 | 2.1 | 1.73 | 1.33 |
| 19 | 2.86 | 2.54 | 2.09 | 1.73 | 1.33 |
| | | | | | |
| 20 | 2.84 | 2.53 | 2.09 | 1.72 | 1.32 |
| 21 | 2.83 | 2.52 | 2.08 | 1.72 | 1.32 |
| 22 | 2.82 | 2.51 | 2.07 | 1.72 | 1.32 |
| 23 | 2.81 | 2.5 | 2.07 | 1.71 | 1.32 |
| 24 | 2.8 | 2.49 | 2.06 | 1.71 | 1.32 |
| | | | | | |
| 25 | 2.79 | 2.48 | 2.06 | 1.71 | 1.32 |
| 26 | 2.78 | 2.48 | 2.06 | 1.71 | 1.32 |
| 27 | 2.77 | 2.47 | 2.05 | 1.7 | 1.31 |
| 28 | 2.76 | 2.47 | 2.05 | 1.7 | 1.31 |
| 29 | 2.76 | 2.46 | 2.04 | 1.7 | 1.31 |

Sumber : Statistical tables for biological, agricultural and medical research, Fisher, R.A dan

Yates . F.,

Table III, Oliver & Boyd Ltd, Edinburgh

(Sudjana, *Metode Statika* 2005. Tarsito Bandung)

DAFTAR UMUR BETON

Menurut SNI T-15-1991, Perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat PC type I berdasarkan umur beton disajikan pada tabel. Sebagai berikut :

| Umur beton (Hari) | 3 | 7 | 14 | 21 | 28 | 90 | 365 |
|-------------------|------|-----|------|------|----|----|-----|
| PC type I | 0.46 | 0.7 | 0.88 | 0.96 | 1 | - | - |



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : YULIAN YUSUF MALAIKARI
 NIM : 0621028
 Hari / tanggal : Rabu / 16 Februari 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

lent gnti g. buku beh
Perbaikan kript
ca

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

(*[Signature]*)

(*[Signature]*)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura no.2

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Yulian Yusuf Malaikari
Nim : 06.21.028
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT.

| No | Tanggal | Catatan/Keterangan | Tanda Tangan |
|----|----------|--|--------------|
| 1 | 24-1-011 | <p>Kata pengantar</p> <ul style="list-style-type: none">→ Abstrak 1 hal penuh→ Rumusan Masalah, Tujuan, dan Lingkup Bahasan hrs selesai→ Metode Logi lengkap:<ul style="list-style-type: none">• cara pembuatan benda uji• cara pengujian• paparan peralatan yg dipakai→ Pengujian Slump (1/2 hal) yg lengkap dan pengujian yg lainnya→ Kesimpulan selesai saja | |



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura no.2

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Yulian Yusuf Malaikari
Nim : 06.21.028
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Pembimbing II : Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

| | Tanggal | Catatan/Keterangan | Tanda Tangan |
|---|-----------|---|--------------|
| 1 | 10/11 '16 | Bab I → Spasi antara sub. Bab. Ref. tetes tebu → SiO ₂ & CaO? - Bab II - sifat & hubungan semen - sifat melaminis fe → α = ... 10 - Ref. tetes tebu. - Bab III → ok. - Bab IV - pemerolehan bahan → standar? SNI? ASTM? - No. tabel 27. - cek No. urut tabel. - Ur' tabel & grafik mix desain ✓ - uraian rancangan campuran beton ✓ | |
| 2 | 15/12 '16 | Bab I, II, III, IV → ok - lanjutkan Bab V | |
| 3 | 20/9 '17 | α : dk : ? - cek F _{tabel} (0,05; 3; 12) = 29% 3,49? - analisa regresi mulai dari penambahan Variasi Coba polinomial < 2 → kuadratik 3 ? | |



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura no.2

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Yulian Yusuf Malaikari
Nim : 06.21.028
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

| No | Tanggal | Catatan/Keterangan | Tanda Tangan |
|----|--------------------|--|--------------|
| 4 | $\frac{25}{01}$ 11 | - Regrus sesuai arahan - Kesimpulan : perbaiki RM. - saran sempurna → kadar alkohol ? | |
| 5 | $\frac{28}{01}$ 11 | - Kesimpulan & saran — ok - abstrak → ok, max ... laka - Stephen Y. seminar hasil & ujian. | |

LEMBAR PERSEMBAHAN

- ✚ Segala Puji Syukur ku berikan kepada Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai dan memberikan berkat dan kemampuan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik yang menjadi salah satu syarat utama untuk lulus. Terima Tuhan karena kasih-Mu tiada taranya.
- ✚ Terima Kasih untuk Kedua Orang tua saya... CHR. A. Malaikari & Karolina Malaikari atas segala-galanya yang telah diberikan sepanjang perjalanan studi saya sampai pada skripsi..Kiranya Tuhan Menyertai dan selalu meberkati mereka....
- ✚ Terima kasih buat k'semi... bude..mm long...om da...mm mim..ma uli...ma rina beserta keluarga besar Malaikari-Laukosi yg selalu memberikan doa dan motivasi...
- ✚ Thanks for k' rocky sek, pman najam n bibi sek, om dada sek, om sef mau sek, Bp Edu Lahal sek, Om Nyong Adang sek, Om dedi... atas semua bantuannya....
- ✚ Dollar, Bigits, Ojo, Toto bek, Mas Dani, Bai Edu n teman dari nusa kenari lainnya..thanks atas kerja samanya.....juga untuk Tatto, Via, Anno, denny atas dukungannya...
- ✚ Seluruh keluarga besar Jurusan Teknis Sipil ITN Malang atas segala Bantuannya...
- ✚ Terima Kasih Atas Dukungannya dari teman-teman PMK ITN, HMS ITN Malang, Hika Malang..
- ✚ Keluarga Besar White House yang selalu kompak dan sedikit gila...Thanks pren atas Bantuannya dan doanya...
- ✚ Untuk Teman-teman angkatan 2006, Makumu FC, dimana kita selalu bersama-sama dari awal studi...Thanks atas bantuannya....
- ✚ Thanks for mrs x atas dukungan dan doanya....



Banyak Hal yang ingin saya tuangkan di sini dalam bentuk ucapan terima kasih tetapi saya hanya mempunyai se-lembar kertas ini dan saya rasa itu tidak cukup untuk tulisan saya ini...Cuma Doa yang dapat saya panjatkan kepada semua orang yg telah membantu, memberikan motivasi, memberikan dukungan doa, dll....

*Segala perkara dapat kutanggung di dalam
Dia yang memberikan kekuatan kepadaku*

Filipi 4:13

Jangan Takut Gagal Sebelum Mencoba