

SKRIPSI

**STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN
TAMBAHAN GULA PASIR (VARIASI KADAR 0,19% - 0,21%)
TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS
PADA MUTU BETON 25 MPA**



Disusun Oleh :

SURAYA NOVI ASHRI

(0621025)



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2011

SECRET

REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED
WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF THE SECRETARY OF DEFENSE

(SECRET)

DEFENSE INFORMATION REPORT

1975-1976

DEFENSE INFORMATION REPORT

1975-1976

DEFENSE INFORMATION REPORT

1975-1976

SECRET

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN
GULA PASIR (VARIASI KADAR 0,19% - 0,21%) 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 :
SURAYA NOVIASHRI**

06.21.025

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



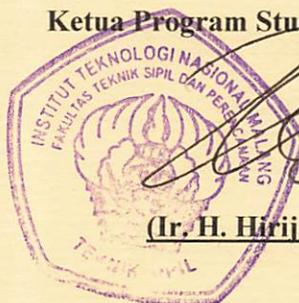
(Ir. Bambang Wedyantadji, MT.)



(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
GULA PASIR (VARIASI KADAR 0,19% - 0,21%) 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 :

SURAYA NOVIASHRI

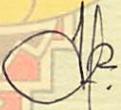
06.21.025

Disahkan Oleh :

Ketua

Sekretaris

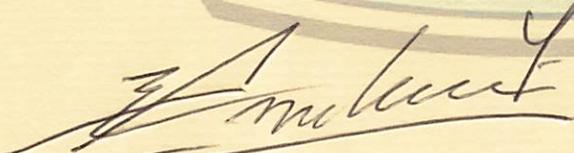

(Ir. H. Hirijanto, MT.)

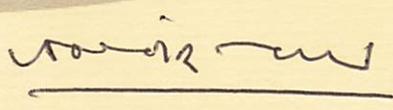

(Lilla Ayu Ratna Winanda, ST.MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


(Eri Andrian Yudianto, ST.MT.)


(Ir. Sudirman Indra, Msc)

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

2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SURAYA NOVIASHRI
Nim : 06.21.025
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“ STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN GULA PASIR (VARIASI KADAR 0,19 % - 0,21%) 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



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Suraya Noviasihri".

(SURAYA NOVIASHRI)

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ Studi Penelitian Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Gula Pasir (Variasi 0,19 % - 0,20 %) Terhadap Sifat Mekanis Dan Fisis Pada Mutu Beton 25 Mpa”.

Ketertarikan penulis akan topik ini didasari dari hasil – hasil penelitian yang didapat mengenai beton agar bisa menekan kekurangan – kekurangannya dan meningkatkan kelebihan – kelebihannya baik dengan memberikan bahan pengganti maupun bahan tambahan.

Dengan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Ir.Agus Santosa,. MT selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
2. Bapak Ir.H. Hirijanto,. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1.
3. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST,.MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil S-1.
4. Bapak Ir. Togi H.Nainggolan,.MS selaku kordinator bidang penelitian.
5. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji,.MT selaku dosen ahli bidang beton dan sebagai pembimbing pertama yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Ir.Eding Iskak Imananto,.MT sebagai pembimbing kedua yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Segenap anggota tim penelitian yang sangat bekerja keras atas skripsi ini.
8. Yang tercinta dan yang sangat saya hormati kedua orang tua beserta keluarga besar saya yang selalu memberikan semangat, doa, batuan dan dukungannya dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Temen – temen ku sipil 2006 yang telah memberikan banyak saran,masukan,doa, dukungan dan bantuannya.

10. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis membuka diri untuk segala saran dan kritik yang membangun. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta yang membutuhkan

Malang, Februari 2011

Penulis

ABSTRAKSI

“PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN GULA PASIR (VARIASI 0,19%-0,20%) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS PADA MUTU BETON 25 MPA. SURAYA NOVI ASHRI, 0621025,

Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh penambahan bahan tambahan (gula pasir) terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, porositas, dan workabilitas dari pada beton itu sendiri. Komposisi variasi gula pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 0,19%, 0,20%, dan 0,21% dari berat semen.

Penelitian terdahulu mengatakan bahwa dengan penambahan gula pasir mempengaruhi terhadap sifat-sifat dari beton itu sendiri, baik kuat tekan maupun sifat wokability (kemudahan dalam pekerjaan). 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 menyatakan penggunaan bahan tambahan gula pasir dengan variasi 0,19 % - 0,21 % berpengaruh terhadap sifat mekanis dan sifat fisis beton pada mutu 25 Mpa. Pada pengujian yang telah dilakukan menunjukkan penggunaan bahan tambahan gula pasir variasi 0,19 % - 0,21 % mengalami kenaikan secara terus menerus dan kenaikan yang tertinggi pada variasi 0,2 % , sedangkan pada variasi 0,21 % mengalami penurunan tetapi masih diatas beton normal. Dan nilai maksimum yang dicapai dari penambahahan gula pasir dengan variasi 0,19 % – 0,21 % adalah sebesar 28,254 Mpa. Untuk nilai optimum yang dicapai dari variasi 0,16 % - 0,24 %, dimana variasi data 0,16 % - 0,18 % didapat dari Ajeng Cahyanita (2010) dan variasi data 0,22% - 0,24 % didapat dari Raina Triyuliani (2010) yang menunjukkan nilai optimum terjadi pada penambahan gula pasir variasi 0,20 % adalah sebesar 27.876 Mpa. Hal ini dikarenakan pada penambahan bahan tambahan gula pasir pada campuran beton, dimana gula pasir tersebut dapat memperlambat waktu pengikatan (setting time) sehingga campuran beton akan mudah dikerjakan untuk waktu yang lebih lama.

Kata Kunci : Beton, Sifat Mekanis, Sifat Fisis, Gula Pasir

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Pengesahan.....	iii
Pernyataan Keaslian Skripsi.....	iv
Lembar Persembahan.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstrak.....	viii
Daftar isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar.....	xx
Daftar Notasi.....	xxiii
Daftar Lampiran.....	xxv
 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)	17
2.4 Perawatan Beton	18
2.5 Sifat – Sifat Beton	19
2.5.1 Sifat Fisis.....	19
2.5.2 Sifat Mekanis	20
2.6 Gula Pasir	27
2.7 Penelitian Terdahulu.....	27
2.8 Interval Kepercayaan	28
2.9 Analisa Hipotesis.....	29
2.9.1 Analisa Varian Satu Arah.....	32
2.9.2 Analisa Varian Dua Arah	32

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.2 Metode Penelitian	36
3.3 Peralatan dan Bahan	36
3.3.1 Peralatan	36
3.3.2 Bahan	38
3.4 Populasi dan Sampel	38
3.5 Rancangan Penelitian	40
3.6 Pemeriksaan Bahan Pengujian	40
3.6.1 Pemeriksaan Berat Isi	40
3.6.2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat	44
3.6.3 Pemeriksaan Kotoran Organik	49
3.6.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus	50
3.6.5 Pemeriksaan Kadar Air Agregat	52
3.6.6 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	54
3.6.7 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	56
3.6.8 Pemeriksaan Keausan Agregat.....	58
3.7 Pelaksanaan Benda Uji Mortar	60

3.7.1 Persiapan Pembuatan Campuran Mortar.....	60
3.7.2 Perawatan Benda Uji.....	64
3.7.3 Pengujian Kuat Tekan, Tekan aksial dan Lentur Aksial..	64
3.7 Pelaksanaan Benda Uji Beton..	67
3.8.1 Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)	67
3.8.2 Uji Slump Beton	68
3.8.3 Uji Faktor Kepadatan.....	70
3.8.4 Persiapan Cetakan dan Pembuatan Benda Uji.....	72
3.8.5 Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Lentur ...	74
3.8.6 Pengujian Porositas	81
3.8.7 Pengujian Modulus Elastisitas.....	82
3.8 Bagan Alir Proses Penelitian	85

BAB IV DATA PENELITIAN

4.1 Pemeriksaan Bahan	87
4.1.1 Pemeriksaan Berat Isi	87
4.1.2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat	89
4.1.3 Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No 200.....	91
4.1.4 Pemeriksaan Kotoran Organik	93
4.1.5 Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus	93
4.1.6 Pemeriksaan Kadar Air Agregat	94
4.1.7 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	96
4.1.8 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	98
4.1.9 Pengujian Keausan Agregat	100
4.2 Mix Design dengan Metode DOE	101
4.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan	112
4.3.1 Komposisi Akhir Campuran Kondisi Lapangan /1m ³	112

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Mortar	115
---	-----

5.1.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan	116
5.1.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial.....	118
5.1.3. Hasil Pengujian Tarik Lentur Aksial.....	121
5.2. Pengujian Interval Kepercayaan	125
5.2.1 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar	125
5.2.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial Mortar. .	128
5.2.3 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Aksial... .	130
5.3 Pengujian Hipotesisi	132
5.3.1 Pengujian Hipotesisi Kuat Tekan Mortar	132
5.3.2 Pengujian Hipotesisi Kuat Tarik Aksial Mortar	134
5.3.3 Pengujian Hipotesisi Kuat Tarik Lentur Aksial Mortar.....	137
5.4 Analisa Regresi	139
5.4.1 Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan	140
5.4.2 Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial.....	143
5.4.3 Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur Aksial.....	146
5.5 Nilai Varian Optimum Campuran	149
5.5.1 Variasi 0 – 0.21 %	149
5.5.2 Variasi 0 – 0.24 %	150
5.6 Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton	152
5.6.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan	152
5.6.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	161
5.6.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur	165
5.6.4 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas	170
5.6.5 Hasil Pengujian Porositas... ..	175
5.6.6 Hasil Pengujian Workabilitas.....	179
5.7 Pengujian Interval Kepercayaan.....	181
5.7.1 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan	181
5.7.2 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah.....	183
5.7.3 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur.....	186
5.7.4 Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas.....	188

5.7.5 Pengujian Interval Kepercayaan Porositas...	190
5.7.6 Pengujian Interval Kepercayaan Workabilitas.....	192
5.8 Pengujian Hipotesis	194
5.8.1 Pengujian Hipotesis Kuat Tekan	194
5.8.2 Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Belah.....	198
5.8.3 Pengujian Hipotesis Kuat Tarik Lentur	202
5.8.4 Pengujian Hipotesis Modulus Elastisitas.....	205
5.8.5 Pengujian Hipotesis Porositas... ..	209
5.8.6 Pengujian Hipotesis Workabilitas.....	213
5.9 Pengujian Regresi.....	217
5.9.1 Pengujian Regresi Untuk Kuat Tekan	217
5.9.2 Pengujian Regresi Untuk Kuat Tarik Belah	221
5.9.3 Pengujian Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur	224
5.9.4 Pengujian Regresi Untuk Modulus Elastisitas.....	227
5.9.5 Pengujian Regresi Untuk Porositas... ..	230
5.9.6 Pengujian Regresi Untuk Workabilitas.....	233
5.10 Nilai Variasi Optimum Campuran	236
5.10.1 Variasi 0 – 0.21 %	236
5.10.2 Variasi 0 – 0.24 %	237

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	240
6.2 Saran.....	240

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variasi Benda Uji	39
Tabel 3.2 Kapasitas Wadah Baja	41
Tabel 3.3 Ukuran Saringan Agregat Kasar	45
Tabel 3.4 Ukuran Saringan Agregat Halus	46
Tabel 3.5 Warna Standart	50
Tabel 3.6 Kebutuhan Total Bahan Campuran Mortar	62
Tabel 4.1 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	88
Tabel 4.2 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar	88
Tabel 4.3 Analisa Saringan Agregat Halus	89
Tabel 4.4 Analisa Saringan Agregat Kasar	90
Tabel 4.5 Bahan Lolos Saringan No 200.....	92
Tabel 4.6 Warna Standart	93
Tabel 4.7 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	95
Tabel 4.8 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	96
Tabel 4.9 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar Batu Pecah	97
Tabel 4.10 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus	99
Tabel 4.11 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	100
Tabel 4.12 Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	101
Tabel 4.13 Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan Faktor Air Semen (w/c) 0.5. .	103
Tabel 4.14 Jumlah Semen Minimum untuk Kondisi Terekspos	104
Tabel 4.15 Nilai Slump Yang Disyaratkan Sesuai dengan Penggunaan Beton .	105
Tabel 4.16 Perkiraan Jumlah Air Bebas Yang Diperlukan Untuk Memberikan Tingkat Workability Tertentu	106
Tabel 4.17 Kebutuhan Total Bahan Untuk Setiap Kali Pencampuran Agregat Kasar Batu Pecah	114
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula	

Pasir 0 %.....	116
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.19 %	117
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.20 %	117
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.21 %	118
Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0 %	120
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.19 %	120
Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.20 %	121
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.21 %	121
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0 %	124
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.19 %	124
Tabel 5.11 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.20 %	124
Tabel 5.12 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.21 %	125
Tabel 5.13 Data Pengujian Kuat Tekan Mortar...	126
Tabel 5.14 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar...	127
Tabel 5.15 Data Pengujian Kuat Tekan Mortar Setelah Pengujian Interval Kepercayaan	128
Tabel 5.16 Data Pengujian Kuat Tarik Aksial	128
Tabel 5.17 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial	129
Tabel 5.18 Data Pengujian Kuat Tarik Aksial Setelah Pengujian Interval	

Kepercayaan.....	130
Tabel 5.19 Data Pengujian Kuat Lentur Aksial	130
Tabel 5.20 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Aksial	131
Tabel 5.21 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Aksial Setelah Pengujian Interval Kepercayaan	132
Tabel 5.22 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Setelah Penyortiran.....	132
Tabel 5.23 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan.....	134
Tabel 5.24 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Setelah Penyortiran	135
Tabel 5.25 Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Aksial.....	136
Tabel 5.26 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Aksial Setelah Penyortiran.	137
Tabel 5.27 Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Lentur Aksial	139
Tabel 5.28 Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan	140
Tabel 5.29 Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial.....	143
Tabel 5.30 Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur Aksial.....	146
Tabel 5.31 Variasi Optimal dan Nilai maksimal (Untuk Variasi 0-0.21 %).....	150
Tabel 5.32 Variasi Dominan dan Nilai Maksimal (Untuk Variasi 0-0.21 %) ...	150
Tabel 5.33 Variasi Optimal dan Nilai maksimal (Untuk Variasi 0-0.24 %)	151
Tabel 5.34 Variasi Dominan dan Nilai Maksimal (Untuk Variasi 0-0.24 %)...	151
Tabel 5.35 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0 %	155
Tabel 5.36 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.19 %	156
Tabel 5.37 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.20 %	157
Tabel 5.38 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0.21 %	158
Tabel 5.39 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir 0 %	163
Tabel 5.40 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan Bahan Tambahan	

Gula Pasir 0.19 %	163
Tabel 5.41 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0.20 %	164
Tabel 5.42 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0.21 %	164
Tabel 5.43 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0 %	168
Tabel 5.44 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0.19 %	168
Tabel 5.45 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0.20 %	169
Tabel 5.46 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0.21 %	169
Tabel 5.47 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0 %	173
Tabel 5.48 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0.19 %	173
Tabel 5.49 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0.20 %	174
Tabel 5.50 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan	
Gula Pasir 0.21 %	174
Tabel 5.51 Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir	
0 %.....	177
Tabel 5.52 Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir	
0.19 %	177
Tabel 5.53 Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir	
0.20 %	178
Tabel 5.54 Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir	
0.21 %	178
Tabel 5.55 Hasil Pengujian Wokabilitas Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir	

0 %	180
Tabel 5.56 Hasil Pengujian Wokabilitas Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir	
0.19 %	180
Tabel 5.57 Hasil Pengujian Wokabilitas Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir	
0.20 %	180
Tabel 5.58 Hasil Pengujian Wokabilitas Beton Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir	
0.21 %	180
Tabel 5.9 Data Pengujian Kuat Tekan Beton... ..	181
Tabel 5.60 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton	183
Tabel 5.61 Data Pengujian Kuat Tekan Beton Setelah Pengujian Interval Kepercayaan	183
Tabel 5.62 Data Pengujian Kuat Tarik Belah	184
Tabel 5.63 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah.....	185
Tabel 5.64 Data Pengujian Kuat Tarik Belah Setelah Pengujian Interval Kepercayaan	186
Tabel 5.65 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur	186
Tabel 5.66 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur... ..	188
Tabel 5.67 Data Pengujian Kuat Tarik Lentur Setelah Pengujian Interval Kepercayaan	188
Tabel 5.68 Data Pengujian Modulus Elastisitas	188
Tabel 5.69 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas	190
Tabel 5.70 Data Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan	190
Tabel 5.71 Data Pengujian Porositas	190
Tabel 5.72 Interval Kepercayaan Porositas	192
Tabel 5.73 Data Pengujian Porositas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan	192
Tabel 5.74 Data Pengujian Wokabilitas	192
Tabel 5.75 Interval Kepercayaan Wokabilitas	194

Tabel 5.76 Data Pengujian Wokabilitas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan	194
Tabel 5.77 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Setelah Penyortiran.....	195
Tabel 5.78 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan.....	197
Tabel 5.79 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Setelah Penyortiran. .	199
Tabel 5.80 Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Belah.....	201
Tabel 5.81 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Setelah Penyortiran .	203
Tabel 5.82 Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Lentur.....	205
Tabel 5.83 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Penyortiran.....	206
Tabel 5.84 Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas.....	208
Tabel 5.85 Data Hasil Pengujian Porositas Setelah Penyortiran.....	210
Tabel 5.86 Analisa Varian Untuk Porositas.....	212
Tabel 5.87 Data Hasil Pengujian Workabilitas Setelah Penyortiran.....	214
Tabel 5.88 Analisa Varian Untuk Workabilitas.....	216
Tabel 5.89 Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan	218
Tabel 5.90 Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Belah.....	221
Tabel 5.91 Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur.....	224
Tabel 5.92 Nilai Regresi Untuk Modulus Elastisitas.....	227
Tabel 5.93 Nilai Regresi Untuk Porositas.....	230
Tabel 5.94 Nilai Regresi Untuk Wokabilitas.....	233
Tabel 5.95 Variasi Optimal dan Nilai maksimal (Untuk Variasi 0-0.21 %).	237
Tabel 5.96 Variasi Dominan dan Nilai Maksimal (Untuk Variasi 0-0.21 %)	237
Tabel 5.97 Variasi Optimal dan Nilai maksimal (Untuk Variasi 0-0.24 %)	238
Tabel 5.98 Variasi Dominan dan Nilai Maksimal (Untuk Variasi 0-0.24 %)....	238

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ilustrasi Kuat Tekan Karakteristik Silinder Beton	21
Gambar 2.2 Ilustrasi Kuat Tarik Belah Silinder Beton	23
Gambar 2.3 Ilustrasi Kuat Tarik Lentur Silinder Beton	24
Gambar 2.4 Ilustrasi Kuat Modulus Elastisitas Silinder Beton	26
Gambar 3.1 Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat	41
Gambar 3.2 Aparatus Untuk Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus	46
Gambar 3.3 Aparatus Untuk Pemeriksaan Kadar Air Agregat.....	52
Gambar 3.4 Aparatus Untuk Analisis Specific gravity dan Absorpsi Agregat Halus	56
Gambar 3.5 Aparatus Pemeriksaan Mortar Semen.....	61
Gambar 3.6 Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	65
Gambar 3.7 Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar.....	66
Gambar 3.8 Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar.....	67
Gambar 3.9 Pengujian Slump.....	70
Gambar 3.10 Aparatus Compacted Factor test.....	71
Gambar 3.11 Alat Uji Kuat Tekan	74
Gambar 3.12 Pengujian Kuat Tekan	76
Gambar 3.13 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	77
Gambar 3.14 Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton	78
Gambar 3.15 Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton	79
Gambar 3.16 Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton	80
Gambar 3.17 Pengujian Porositas	82
Gambar 3.18 Pengujian Modulus Elastisitas	78
Gambar 4.1 Grafik Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus.....	90
Gambar 4.2 Grafik Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4.8-3.8 mm.....	91
Gambar 4.3 Gelas Ukur.....	94
Gambar 4.4 Grafik Kekuatan Tekan dengan w/c.....	103
Gambar 4.5 Grafik Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter	

Maksimum 20mm.....	107
Gambar 4.6 Grafik Perkiraan Berat Jenis Beton Segar.....	109
Gambar 5.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	115
Gambar 5.2 Pengujian Kuat Tekan aksial Mortar.....	119
Gambar 5.3 Pengujian Kuat Tarik Luntur Mortar.....	122
Gambar 5.4 Grafik Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan Variasi 0-0.21 %.....	142
Gambar 5.5 Grafik Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan Variasi 0-0.24 %.....	142
Gambar 5.6 Grafik Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Variasi 0-0.21% .	145
Gambar 5.7 Grafik Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Variasi 0-0.24%.	145
Gambar 5.8 Grafik Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur Aksial Variasi 0-0.21 %.....	148
Gambar 5.9 Grafik Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur Aksial Variasi 0-0.24 %.....	149
Gambar 5.10 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	152
Gambar 5.11 Garfik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Batu Pecah Gula Pasir 0 %.....	159
Gambar 5.12 Garfik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Batu Pecah Gula Pasir 0.19%.....	159
Gambar 5.13 Garfik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Batu Pecah Gula Pasir 0.20%.....	160
Gambar 5.14 Garfik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Batu Pecah Gula Pasir 0.21%.....	160
Gambar 5.15 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	161
Gambar 5.16 Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Uji I.....	165
Gambar 5.17 Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Uji II.....	166
Gambar 5.18 Pengujian Modulus Elastisitas	170
Gambar 5.19 Grafik Regresi Kuat Tekan Variasi 0-0.21 %.....	220
Gambar 5.20 Grafik Regresi Kuat Tekan Variasi 0-0.24 %.....	220
Gambar 5.21 Grafik Regresi Kuat Tarik Belah Variasi 0-0.21%	223
Gambar 5.22 Grafik Regresi Kuat Tarik Belah Variasi 0-0.24%	223

Gambar 5.23 Grafik Regresi Kuat Tarik Lentur Variasi 0-0.21%	226
Gambar 5.24 Grafik Regresi Kuat Tarik Lentur Variasi 0-0.24%	226
Gambar 5.25 Grafik Regresi Modulus Elastisitas Variasi 0-0.21%	229
Gambar 5.26 Grafik Regresi Modulus Elastisitas Variasi 0-0.24%	229
Gambar 5.27 Grafik Regresi Porositas Variasi 0-0.21%	232
Gambar 5.28 Grafik Regresi Porositas Variasi 0-0.24%	232
Gambar 5.29 Grafik Regresi Wokabilitas Variasi 0-0.21%	235
Gambar 5.30 Grafik Regresi Wokabilitas Variasi 0-0.24%	235

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)
ϵ	= 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 perlakuan
L	= Panjang benda uji (mm)
P	= Beban Maksimum (N)
t	= Tinggi balok (mm)

V = Isi wadah (cm^3)

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

Wa = Berat benda uji Keadaan Kering oven

Wssd = Berat benda uji keadaan Saturated Surface Dry (SSD) atau jenuh

Permukaan kering (gr^0)

μ = Nilai rata-rata variabel tak bebas dalam suatu kelompok perlakuan

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

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 yang 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 pengganti 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.

Sejalan dengan hal tersebut, maka dalam penelitian ini penulis mencoba menggunakan bahan tambah gula pasir sebagai retarder atau water reducer yang berfungsi untuk memperlambat pengikatan yang bermanfaat untuk meningkatkan workability, dapat meningkatkan kekuatan beton dan menjadikan struktur/tekstur beton yang lebih padat dan merata.

Gula berasal dari batang tebu yang diperas dengan mesin pemeras (mesin press) di pabrik gula. Sesudah itu, nira atau air perasan tebu tersebut disaring, dimasak dan diputihkan sehingga menjadi gula pasir. Berdasarkan referensi yang ada, bahan tambahan kimia pembantu yang berbahan dasar gula memiliki fungsi sebagai water reducer (pengurang air) dan retarder (memperlambat pengikatan).

Berdasarkan Uraian di atas dilakukan suatu penelitian dengan judul Studi Penelitian Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Gula Pasir (Variasi Kadar 0,19% - 0,21%) 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 gula pasir dengan variasi 0,19% - 0,21% terhadap sifat fisis dan mekanis beton pada mutu 25 Mpa ?
2. Berapa variasi yang menghasilkan nilai maksimum pada variasi gula pasir 0,19 % - 0,21 % ?
3. Berapa nilai optimum dari penambahan gula pasir variasi 0,16 % – 0,24 % ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan gula pasir dengan variasi 0,19 % - 0,21 % terhadap sifat fisis dan mekanis beton pada mutu 25 Mpa.
2. Untuk mengetahui nilai maksimum dari penambahan gula pasir variasi 0,19 % - 0,21 %.
3. Untuk mengetahui nilai optimum dari penambahan gula pasir variasi 0,16 % - 0,24 %.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan manfaat bagi pengembang ilmu pengetahuan dalam penambahan gula pasir terhadap sifat fisis dan mekanis beton mutu 25 Mpa.
2. Memberikan informasi pada masyarakat tentang nilai maksimum yang dicapai dari penambahan gula pasir dalam meningkatkan kualitas beton.

3. Memberikan informasi pada masyarakat tentang nilai optimum yang dicapai dari penambahan gula pasir dalam meningkatkan kualitas beton.

1.5. Ruang Lingkup Bahasan

Ruang lingkup bahasan yang ditinjau adalah :

1. Pengaruh pemanfaatan bahan tambahan gula pasir terhadap sifat mekanis dan fisis pada mutu 25 Mpa.
2. Nilai maksimum yang dicapai dari penambahan gula pasir pada variasi 0,19 -0,21 %.
3. Nilai optimum yang dicapai dari penambahan gula pasir pada variasi 0,16 %-0,24 %

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 gula pasir.
- Variasi gula pasir 0,19% - 0,21%
- Untuk variasi gula pasir variasi gula pasir 0,16% - 0,18% diperoleh dari data Ajeng Cahyanita dan variasi 0,22% - 0,24% diperoleh dari data Raina Tri Yuliani
- 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 gula pasir 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 :

H_b = Campuran beton normal (variasi gula pasir 0%)

H_{t1} = Campuran beton dengan bahan tambahan gula pasir variasi 0,19%

H_{t2} = Campuran beton dengan bahan tambahan gula pasir variasi 0,20%

Ht3 = Campuran beton dengan bahan tambahan gula pasir
variasi 0,21%

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 keawetan 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 ekspansif. Contoh

lainnya adalah semen Portland putih, semen warna, dan semen-semen untuk keperluan khusus.

Semen yang digunakan untuk penelitian 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.

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. Waktu pengikatan (setting time) menjadi semakin lama 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. Ketidakekalan 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 ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang disingkat menjadi C_3A
- ✓ 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 halaman 1, 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 Portland 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

- a) 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 900-1000⁰C, selama 15 menit. Dalam keadaan normal, akan terjadi kehilangan berat sekitar 2% (batas maksimum sekitar 4%)

- b) 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%.

c) Panas Hidrasi Semen

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

d) 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 indicator 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 organis 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 organis 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 konsisten 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 alami murni atau terkalsinasi untuk digunakan sebagai bahan tambahan mineral pada beton semen portland” (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 :

1. Kuat tekannya tinggi.
2. Mudah dikerjakan.
3. Tahan lama (awet).
4. Murah.

5. Tahan aus.

Di Indonesia cara ini dikenal dengan cara DOE (*Department Of 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 : “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 :

1. Menaruh beton segar di dalam ruangan lembab.
2. Menaruh beton segar di atas genangan air.
3. Menaruh beton segar di dalam air.
4. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
5. Menggenangi permukaan beton dengan air.
6. 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

2.5.1 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.

- 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 dapat diperoleh dengan beton yang berporositas minimum (*Subakti (1995) dalam Parsudi,2010*). Dalam industri beton sering diteliti berbagai bahan pengisi yang dapat mengurangi besarnya porositas (kadar air void), seperti Silika Fume , Fly ash dan bahan pengisi lainnya. Bahan – bahan tersebut dapat mengisi rongga-rongga udara antar

partikel, sehingga beton menjadi lebih padat dan kekedapannya akan bertambah.

Rumus yang dipakai untuk menghitung Porositas beton adalah :

- Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

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

- Perhitungan Porositas

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

$$V_{\text{benda uji}} = \pi d^2 \times L$$

Keterangan :

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

W_a = berat benda uji keadaan kering oven

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

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

t = Tinggi Silinder

d = Diameter silinder

2.5.2 Sifat Mekanis

- Kuat Tekan

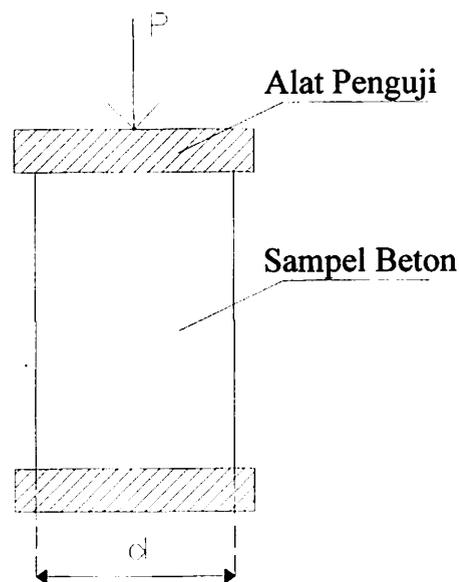
Nilai kuat tekan beton sangat identik dengan mutu beton yang diinginkan. Kuat tekan beton diambil berdasarkan kuat tekan pada umur 28 hari, karena nilai kuat tekan pada umur sebelum 28 hari banyak dipengaruhi oleh jalannya proses reaksi C_3S dan C_2S yang merupakan

komponen karakteristik dari semen yang berlangsung di dalam beton. Semakin cepat jalannya reaksi semakin tinggi pula nilai kuat tekan beton yang dicapai, sebaliknya semakin lambat jalannya reaksi semakin rendah pula nilai kuat tekan beton yang dicapai.

Rumus yang digunakan dalam pengujian kuat tekan beton ini adalah :

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

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



Gambar 2.1. Ilustrasi Kuat Tekan Karakteristik Silinder Beton

Keterangan :

$f'c$ = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maksimal (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

d = diameter silinder

Fu = faktor umur (Terlampir)

Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr} yang digunakan sebagai dasar pemilihan proposi campuran beton harus diambil sebagai nilai terbesar dari persamaan :

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

Atau

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

Dimana nilai deviasi standar yang dapat diperoleh jika fasilitas produksi mempunyai catatan hasil uji. Data hasil uji yang akan dijadikan sebagai data acuan untuk perhitungan deviasi standar harus :

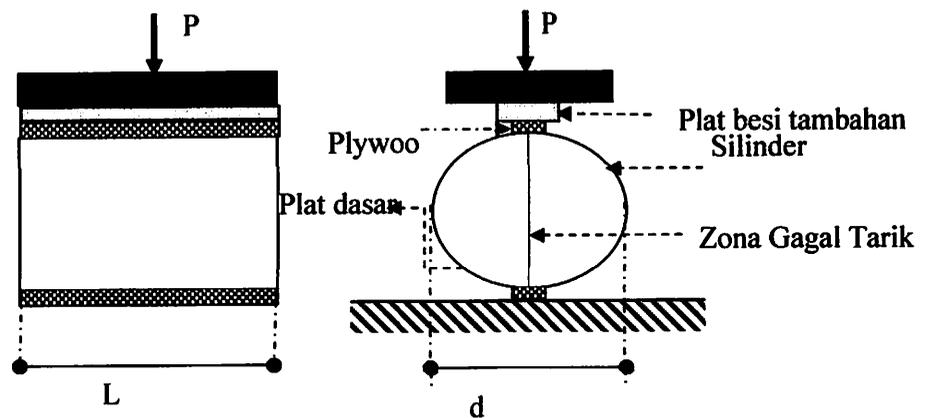
1. Mewakili jenis material, prosedur pengendalian mutu dan kondisi yang serupa dengan yang diharapkan, dan perubahan- perubahan pada material ataupun proposi campuran dalam data pengujian tidak perlu dibuat lebih ketat dari yang digunakan pada pekerjaan yang akan dilakukan.
2. Mewakili beton yang diperlukan untuk memenuhi kekuatan yang disyaratkan atau kuat tekan f'_c pada kisaran 7 Mpa dari yang ditentukan untuk pekerjaan yang akan dilakukan.
3. Terdiri dari sekurang-kurangnya 30 contoh pengujian berurutan atau dua kelompok pengujian berurutan yang jumlahnya sekurang-kurangnya 30 contoh pengujian.

- **Kuat Tarik Belah**

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

Tegangan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kuat Tarik Belah} = \frac{2.P}{\pi.L.d}$$



Gambar 2.2. Ilustrasi Kuat Tarik Belah Silinder Beton

Keterangan :

- P = Beban maksimum (N)
- d = Diameter silinder benda uji (mm)
- L = Panjang silinder benda uji (mm)

- **Kuat Tarik Lentur**

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

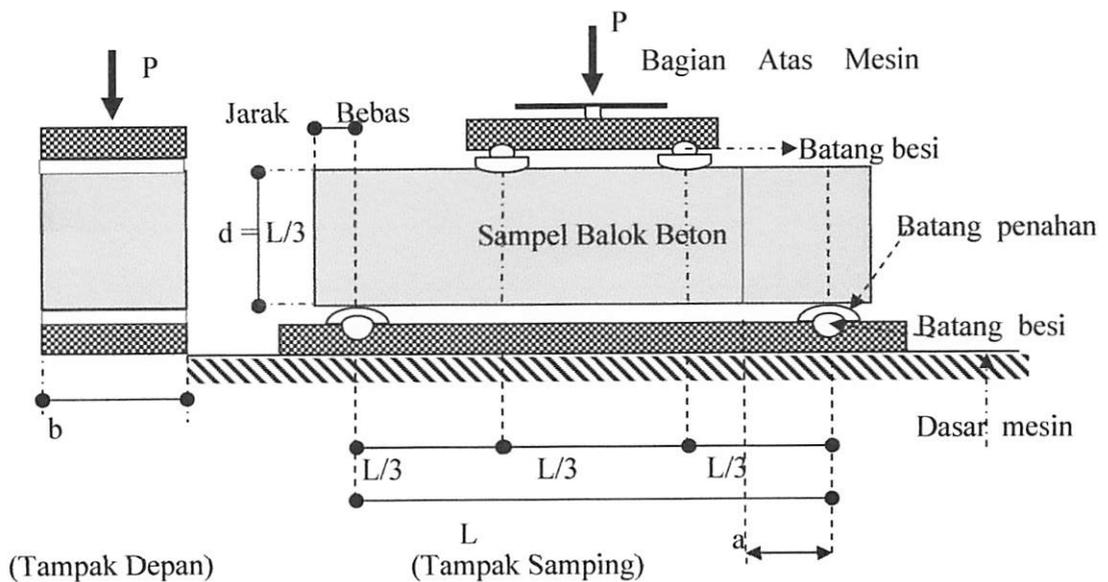
Untuk menaksirkan kekuatan beton yang menyebar adalah dengan cara pengujian tarik lentur dengan benda uji adalah berbentuk balok yang berukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm.

Jika keruntuhan terjadi di bagian tengah bentang kuat tarik lentur dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kuat Tarik Lentur } (f_r) = \frac{P.L}{b.d^2}$$

Jika keruntuhan terjadi di bagian tarik diluar tengah bentang kuat tarik lentur dihitung dengan persamaan :

$$\text{Kuat Tarik Lentur} = \frac{3.P.a}{b.d^2}$$



Gambar 2.3. Ilustrasi Kuat Tarik Lentur Balok Beton

Keterangan :

- fr = kekuatan tarik lentur (Mpa)
- P = beban maksimum (N)
- L = Panjang bentang(mm)
- b = lebar benda uji (mm)
- d = tinggi benda uji (mm)
- a = jarak rata – rata dari garis keruntuhan dan titik perletakkan terdekat diukur pada bagian tarik benda uji

- **Modulus Elastisitas Beton**

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

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

Rumus yang dipakai untuk menghitung modulus elastisitas adalah :

- **Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)**

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

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

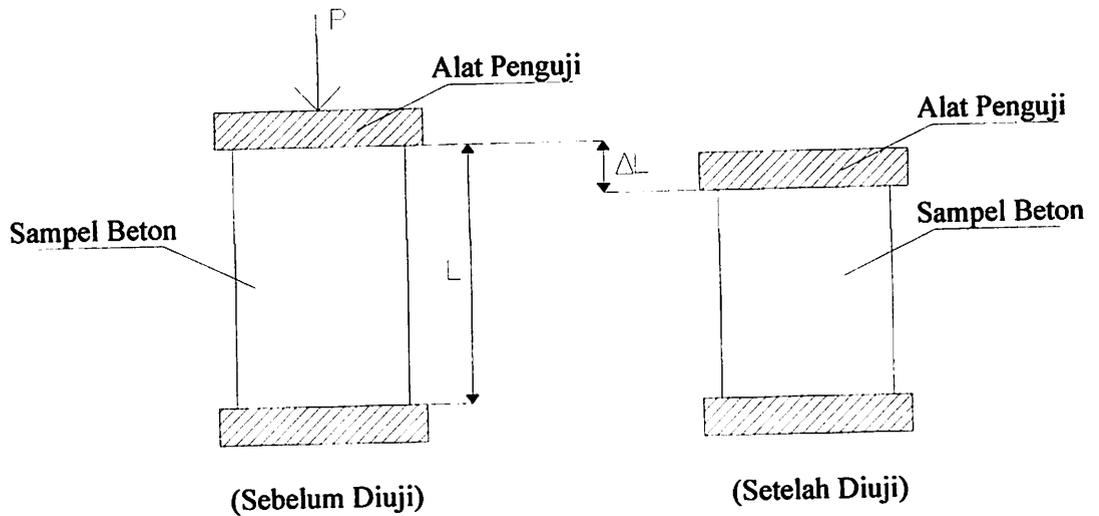
$$f_c = \frac{P}{A}$$

- Perhitungan Modulus Elastisitas Beton (E_c)

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

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



Gambar 2.4. Ilustrasi Modulus Elastisitas

Dimana :

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

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

L = Panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

f'_c = Kuat tekan beton (Mpa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas permukaan benda uji (mm^2)

E_c = Modulus Elastisitas (Mpa)

E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (Mpa)

2.6 Gula Pasir

Dalam penelitian ini sebagai bahan tambahan digunakan gula pasir. Gula berasal dari batang tebu yang diperas dengan mesin pemeras (mesin press) dipabrik gula. Sesudah itu, nira atau air perasan tebu tersebut disaring, dimasak dan diputihkan sehingga menjadi gula pasir. Dari proses pembuatan tebu tersebut akan dihasilkan gula 5%, ampas tebu 90 % dan sisanya berupa tetes (molase) dan air.

2.7 Penelitian Terdahulu

1. Dian Rifany K, Iman Satyarno dan Kardiono Tjokrodinuljo (2008)

Dalam penelitian yang berjudul "PENGUNAAN GULA PASIR LOKAL SEBAGAI PLASTICIZER PADA ADUKAN MORTAR UNTUK PEMBUATAN CONBLOCK" disimpulkan bahwa kebutuhan bahan adukan mortar 1 m^3 sebagai bahan pembuatan bata beton untuk lantai (conblock) dengan bahan tambah 0,2 % gula pasir dengan variasi volume adukan 1:2, 1:4 dan 1:6 dalam proses pembuatannya mengalami pengurangan semen rata – rata kurang dari 3 %. Dan kuat tekannya mengalami penurunan sebesar 2,5 % pada volume adukan 1:2, 10 % pada volume adukan 1:4, 11 % pada volume adukan 1:6, tetapi hasil kuat tekan tersebut masih memenuhi syarat mutu conblock SII 0819-83 klas I dan II.

2. Didit Suranto, ST

Dalam penelitiannya yang berjudul "APLIKASI STANDARD PROCTOR PADA BETON RCC (ROLLER COMPACTED CONCRETE) DENGAN ADDITIVE (GULA PASIR)" disimpulkan bahwa hasil penelitian beton RCC ditambah additive gula pasir dengan alat pemadat standard proctor menunjukkan peningkatan kepadatan dari jumlah variasi tumbukan 3 x 56 menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang tinggi serta makin padat (berat), didasarkan variasi umur tertentu (1 hari, 7 hari dan 28 hari). Gula pasir memberikan efek memperlambat ikatan pada awal umur beton. Gula pasir pada ikatan beton pada umur 7 hari dapat meningkatkan kuat tekan yang cukup besar. Kuat tarik belah beton silinder lebih kecil dari pada kuat tekan beton silinder, yaitu antara 9-11% dari kuat tekan beton silinder.

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)

Batas Bawah

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

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 :

1. 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 terambil adalah kartu hitam. Ulangan-ulangan tersebut bersifat bebas dan peluang keberhasilan setiap ulangan tetap sama, yaitu sebesar setengah. (Ronald E. Walpole)

2. 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.

3. 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.

4. Distribusi Student (t)

Sama dengan distribusi normal, yang membedakan hanya sampel yang digunakan sedikit, umumnya kurang dari 33 buah.

5. 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.

6. Distribusi Fisher (F)

Merupakan distribusi yang memperbandingkan 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).

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

4. Mean Kuadrat Antar Kelompok (MK Antara).

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

5. Mean Kuadrat Dalam Kelompok (MK Dalam).

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

6. Mencari F_{hitung} .

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

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).

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

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

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

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)

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

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 :

$$\begin{aligned}
 \text{dk kolom} &= k - 1, k = \text{jumlah kolom} \\
 \text{dk baris} &= b - 1, b = \text{jumlah baris} \\
 \text{dk interaksi} &= \text{dk kolom} \times \text{dk baris} \\
 \text{dk dalam} &= (N - k \times b), N = \text{jumlah sampel} \\
 \text{dk total} &= N - 1
 \end{aligned}$$

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 yang membutuhkan waktu \pm 2 bulan (Oktober 2010- November 2010) meliputi : persiapan bahan dasar, 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:

- Satu set saringan 76,2 mm (3"); 35.5 mm(2.5"); 35.5 mm (1"); 19.5 mm (3/4"); 12.5 mm (1/2"); 9,5 mm (3/8"); No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200 (Standart ASTM).
- Neraca analitik kapasitas maksimum 200 gr dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh, berikut satu set timbangan terdiri dari 50 gr sampai dengan 100 gr.
- Kuas untuk membersihkan cetakan benda uji, sikat kuningan dan sendok.

- Gelas ukur 200 H dengan ketelitian 1 ml.
- Talam – talam.
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, untuk memanasi suhu sampai $(110 \pm 5)^{\circ} \text{C}$.
- Mesin pengguncang saringan
- Keranjang kawat ukuran 3.35 mm, atau 2.36 mm (No. 6 atau No. 8) dengan kapasitas kira - kira 5 kg.
- Tempat air dengan kapasitas dan bentuk yang sesuai dengan pemeriksaan.
- Timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh yang ditimbnag dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang.
- Piknometer dengan kapasitas 500 ml.
- Pengukuran suhu dengan ketelitian pembacaan 1°C .
- Bejana tempat air
- Air suling
- Cetakan berupa kerucut terpancung dengan bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm, dan tinggi 30 cm.
- Tongkat pemadat dengan diameter 16 cm, panjang 60 cm, ujung dibulatkan dan sebaiknya dari baja tahan karat.
- Sendok cekung
- Mesin pencampur beton (*concrete mixer*), dengan kapasitas $0,15 \text{ m}^3$.
- Cetakan silinder dari plat baja dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.

- Cetakan silinder dari plat baja dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
- Cetakan balok berukuran lebar 15 cm, tinggi 15 cm dan panjang 60 cm.
- Cetakan benda uji mortar.
- Alat uji tekan beton.
- Bak air untuk perendaman perawatan beton (moist curing)
- Dan Peralatan tambahan lainnya

3.3.2. Bahan

- Semen yang digunakan adalah semen portland Cement Composite (PCC) yang diproduksi PT. Semen Gresik.
- Agregat halus (pasir) digunakan adalah pasir lumajang.
- Agregat kasar (kerikil) ukuran 5 – 10 mm.
- Air yang digunakan adalah air yang berasal dari PDAM kota Malang.
- Bahan tambahan gula pasir.

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 gula pasir 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	0,19	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	0,20	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
4	0,21	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 Pemeriksaan Bahan Pengujian Material

Pemeriksaan bahan sangat diperlukan untuk dilaksanakan karena akan mempengaruhi perhitungan campuran beton yang akan dibuat. Dalam penelitian ini prosedur pemeriksaan bahan yang dilakukan disesuaikan dengan prosedur praktikum beton di Laboratorium Bahan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang yang disesuaikan dengan permasalahan yang dibahas dengan mengacu pada sumber – sumber lain yang ada dan kompeten.

3.6.1. Pemeriksaan Berat Isi

A. Tujuan

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

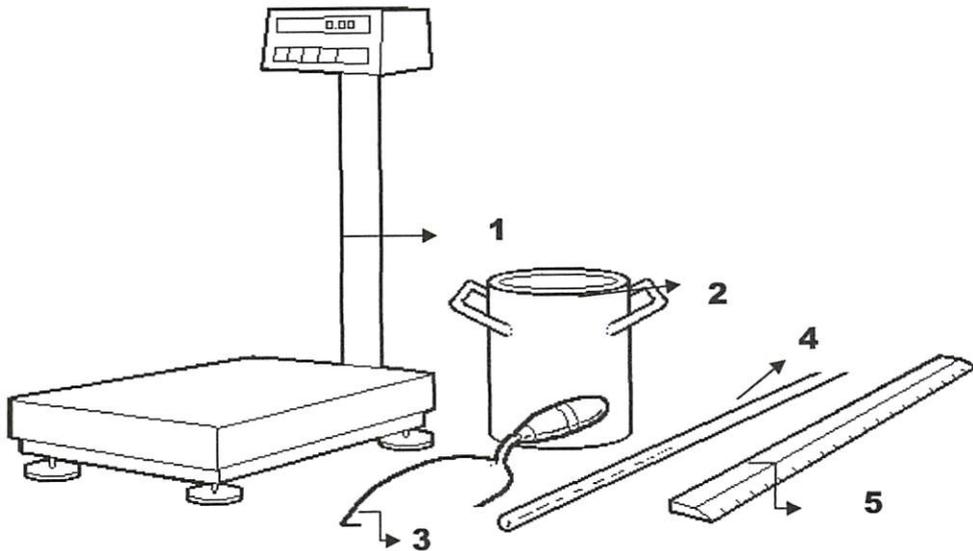
B. Peralatan.

- Timbangan dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan $(110 \pm 5)^{\circ}C$.
- Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat, terbuat dari baja tahan karat.

- Mistar perata.
- Sekop.
- Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder dengan alat pemegang sesuai kebutuhan.

Tabel 3.2 Kapasitas 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 3.1 : Aparatus pemeriksaan berat volume agregat

Keterangan :

1. Timbangan
2. Wadah Baja Berbentuk Silinder
3. Sekop
4. Tongkat Pematat
5. Mistar Perata

C. Bahan

Bahan yang digunakan adalah agregat kasar dan agregat halus dan semen Gresik Type I.

D. Prosedur Penelitian

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

a. Berat isi lepas :

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

b. Berat isi padat :

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

E. Perhitungan

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

Dimana : V = isi wadah (cm³)

3.6.2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

A. Tujuan

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

B. Peralatan.

- Timbangan dengan ketelitian 0,2 % dari berat uji.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)°C.
- Alat pemisah contoh (*sampel splitter*).
- Alat penggetar saringan (*shieve shaker*).
- Talam-talam,kuas,sikat kuningan,sendok,seperangkat saringan

Untuk Agregat Kasar

Tabel 3.3 Ukuran Saringan Agregat Kasar

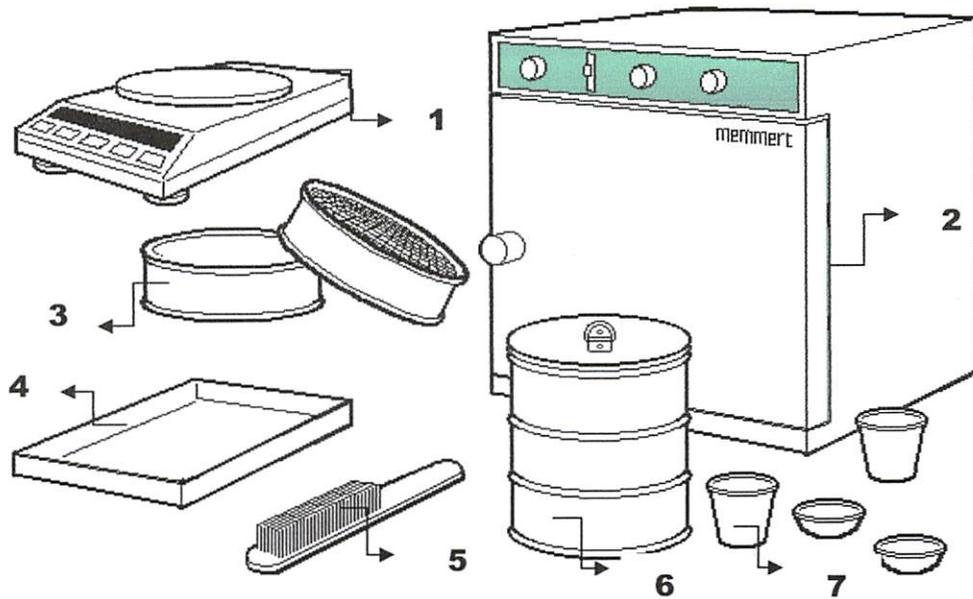
Nomor Saringan	Ukurang lubang		Keterangan
	mm	Cm	
-	76,2	3	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 2 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh 35 kg
-	63,5	2,5	
-	50,8	2	
-	37,5	1,5	
-	25	1	
-	50	2	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 467 (diameter agregat antara ukuran 50 mm – 4,76 mm) Berat minimum contoh 20 kg
-	37,5	1,5	
-	25	1	
-	19,1	$\frac{3}{4}$	
-	12,5	$\frac{1}{2}$	
-	9,5	$\frac{3}{8}$	
-	4,76	-	
-	25	1	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2,38 mm) Berat minimum contoh 10 kg
-	19,1	$\frac{3}{4}$	
-	12,5	$\frac{1}{2}$	
-	9,5	$\frac{3}{8}$	
No.4	4,76	-	
No.8	2,38	-	
-	12,5	$\frac{1}{2}$	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 12,5 mm – 1,19 mm) Berat minimum contoh 2,5 kg
-	9,5	$\frac{3}{8}$	
No.4	4,76	-	
No.8	2,38	-	
No.16	1,19	-	

Sumber : Pedoman Praktikum

Untuk Agregat Halus

Tabel 3.4 Ukuran Saringan 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	-	



Gambar 3.2 : Aparatus untuk analisis saringan agregat kasar dan halus

Keterangan :

1. Timbangan
2. Oven
3. Saringan

4. Talam
5. Sikat
6. Seperangkat Saringan
7. Alat Pemisah Contoh

C. Bahan

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

D. Prosedur Penelitian

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

E. Perhitungan

Hitunglah prosentase berat benda uji yang tertahan di atas masing – masing saringan terhadap berat total benda uji, analisis gradasi dengan menetapkan jumlah prosentase lolos saringan atau yang tertahan saringan, membuat grafik akumulatif (kurva gradasi) dan memeriksa grafik dengan batasan kurva gradasi.

3.6.3 Pemeriksaan Kotoran Organik

A. Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan adanya kandungan bahan organik yang berlebihan dapat mempengaruhi kualitas hasil penggunaan pasir untuk campuran, misalnya beton.

B. Peralatan.

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

C. Bahan.

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

D. Prosedur Penelitian

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

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

Tabel 3.5 Warna Standart

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

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

3.6.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus.

A. 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.

B. Peralatan

- Gelas Ukur
- Alat Pengaduk

C. Bahan

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

D. Prosedur Penelitian

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

E. Perhitungan

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

Dimana :

V_1 = tinggi pasir (ml)

V_2 = tinggi lumpur (ml)

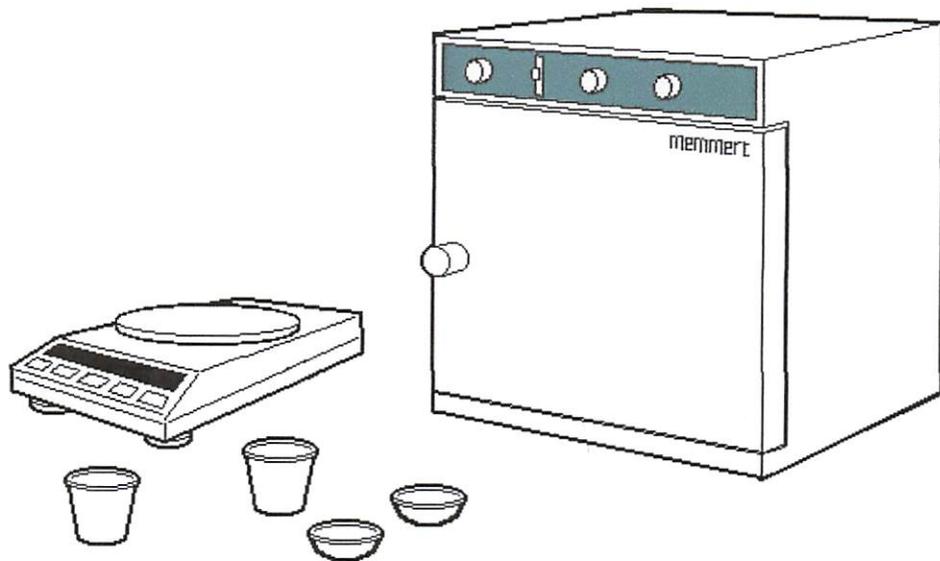
3.6.5. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

A. 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.

B. Peralatan.

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



Gambar 3.3 Aparatus untuk pemeriksaan kadar air agregat

C. Bahan

Berat minimum contoh agregat tergantung pada ukuran maksimum agregat tersebut.

D. Prosedur Penelitian

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

E. Perhitungan

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

Dimana :

W_3 = berat contoh semula (gram)

W_5 = berat contoh kering (gram)

3.6.6. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

A. 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.

B. Peralatan

- Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram yang mempunyai kapasitas 5 kg
- Keranjang besi diameter 203,3 mm (8 “) dan tinggi 63,5 mm (2,5 “)
- Alat penggantung keranjang
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5) ° C
- Handuk
- Talam logam tahan karat untuk tempat pengeringan benda uji absorpsi.

C. Bahan

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

D. Prosedur Penelitian

- Benda uji direndam 24 jam

- Banda uji dikering mukakan (kondisi SSD) dengan menggulungkan handuk pada butiran agregat.
- Timbang contoh. Hitung berat contoh kondisi SSD (Bj)
- Contoh benda uji dimasukkan ke dalam keranjang dan direndam kembali di dalam air. Temperatur air dijaga ($73,4 \pm 3$)^o Fahrenheit, dan kemudian ditimbang setelah keranjang digoyang-goyangkan dalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap. Hitung berat contoh kondisi jenuh (Ba).
- Contoh dikeringkan pada temperatur (212 ± 130)^o Fahrenheit. Setelah didinginkan, contoh ditimbang. Hitung berat contoh kondisi kering (Bk).

E. Perhitungan

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

Dimana :

Bj = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram

Bk = berat contoh kering oven

Ba = berta contoh di dalam air

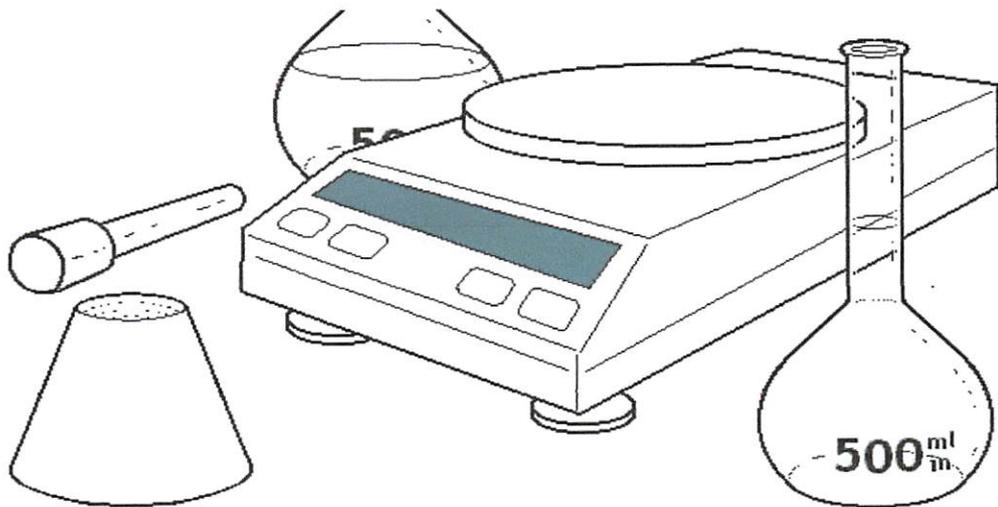
3.6.7 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

A. Tujuan

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

B. Peralatan

- Timbangan dengan ketelitian 0,5 gr dengan kapasitas minimum 1000 gram.
- Oven dengan pengatur suhu sampai pemanasan (110 ± 5)^oC.
- Piknometer dengan kapasitas 500 gram
- Cetakan kerucut pasir (metal sand cone) dan tongkat pemadat dari logam.



Gambar 3.4 Aparatus untuk analisis specific gravity dan absorpsi agregat halus

C. Bahan

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

D. Prosedur Penelitian

- Agregat halus yang jenuh air dikeringkan sampai diperoleh kondisi dengan indikasi contoh tercurah dengan baik.
- Sebagian dari contoh dimasukkan pada “ metal sand cone mold “. Benda uji dipadatkan dengan tongkat pemadat (temper).Jumlah tumbukan adalah 25 kali. Kondisi SSD (Saturated Surface Dry) contoh diperoleh jika cetakan diangkat, butiran – butiran pasir longsor/runtuh.
- Contoh agregat halus sebesar 500 gram dimasukkan ke dalam piknometer. Isilah piknometer tadi dengan air sampai 90 % penuh. Bebaskan gelembung – gelembung udara dengan cara menggoyang-goyangkan piknometer tadi. Rendamlah piknometer dengan suhu air ($73,4 \pm 3$)^oC Fahrenheit selama 24 jam.
- Pisahkan contoh benda uji piknometer dan dikeringkan pada suhu (213 ± 230)^o Fahrenheit. Langkah ini harus diselesaikan dalam waktu 24 jam.
- Timbanglah berat piknometer yang berisi air sesuai dengan kapasitas kalibrasi pada temperatur ($73,4 \pm 4$)^o Fahrenheit, dengan ketelitian 0,1 gram.

E. Perhitungan

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

Dimana :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram

B_k = berat contoh kering oven

B = berat piknometer diisi air pada 25°C

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

3.6.8 Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test) Dengan Menggunakan Alat Los Angeles

A. 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*.

B. Peralatan

- Mesin Abrasi Los Angeles, yaitu mesin yang terdiri dari silinder baja tertutup pada kedua sisinya dengan diameter 71 cm (28 “) dan

panjang 50 cm (20 “). Silinder ini bertumpu pada dua poros pendek tidak menerus yang berputar pada poros mendatar. Silinder mempunyai lubang untuk memasukkan benda uji. Penutup lubang terpasang rapat sehingga permukaan dalam silinder tidak terganggu. Di bagian dalam silinder terdapat bilah baja melintang penuh setinggi 8,9 cm (3, 56 “).

- Bola – bola baja mempunyai diameter rata – rata 4,68 cm (1 7/8 “) dan berat masing – masing antara 400 gram sampai 440 gram.
- Saringan mulai ukuran 37,5 mm (1 ½ “) sampai 2,38 mm (No.8)
- Timbangan dengan kapasitas 5000 gram dan dengan ketelitian 1 gram.
- Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu, memanasi sampai (110 ± 5)°C.

C. Bahan

Benda uji harus bersih. Bila benda uji masih mengandung kotoran, debu, bahan organik atau terselimut 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 sesuai jumlah bola yang dipakai.

D. Prosedur Penelitian

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

- Setelah selesai putaran, benda uji dikeluarkan, disaring dengan saringan 4,75 mm (No.4) dan 1,7 (No.12). Butiran yang lebih besar dari 1,7 mm (tertahan di kedua saringan tersebut) dicuci bersih, dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat menjadi tetap. Kemudian timbang ketelitian 5 gram.

E. Perhitungan

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

Dimana :

a = Berat uji semula (gram)

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

3.6 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.

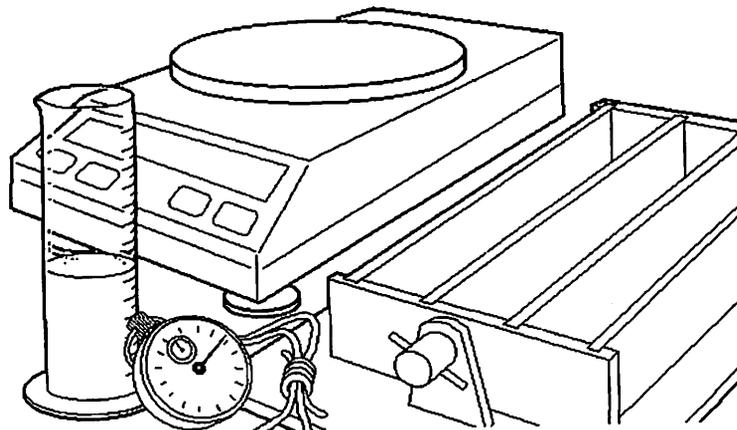
f. Mesin tekan, dengan ketelitian pembacaan 1%

g. Pasir Ottawa.

h. Air suling $\pm 500 \text{ cm}^3$.

i. Cetakan Briquette

j. Cetakan (4 x 4 x 16) cm



Gambar 3.5. Aparatus Pemeriksaan Mortar Semen

C. Variasi Campuran Mortar

Untuk kebutuhan Bahan dan Variasi Gula Pasir dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.6. Kebutuhan Total Bahan dan Variasi Gula Pasir Untuk Campuran Mortar Per Variasi

Kebutuhan Bahan (gram)	Kebutuhan (gram)			
	0,00 %	0,19 %	0,20 %	0,21 %
Semen	1400	1400	1400	1400
Pasir	3850	3850	3850	3850
Air	420	420	420	420
Gula	0	2.66	2.80	2.94

Sumber : Pedoman Praktikum

D. Benda Uji

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

E. Langkah-Langkah Percobaan

- a. Memasukkan air pencampur berupa air suling sebanyak 30 % dari berat semen ke dalam mangkok alat pengaduk.
- b. Menimbang 500 gram semen dan masukkan ke dalam mangkok.
- c. Menjalankan mesin pengaduk dengan kecepatan (145 ± 5) putaran per menit (rpm) selama 30 detik.
- d. 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.

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

A. 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

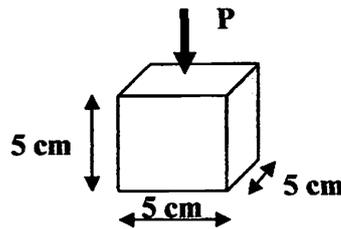
C. Pengujian

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 3.6. Pengujian Kuat Tekan Mortar

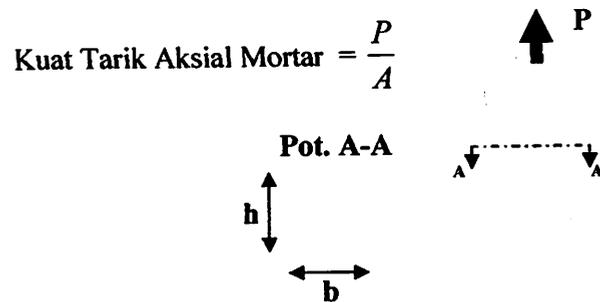
Keterangan :

- P = beban maksimum (Kg)
- A = luas permukaan benda Uji (cm^2)
- b = lebar benda uji (cm)
- h = panjang benda uji (cm)

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 sentrics
- Jalankan mesin uji lentur.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji patah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji patah.
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa



Gambar 3.7. Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar

Keterangan :

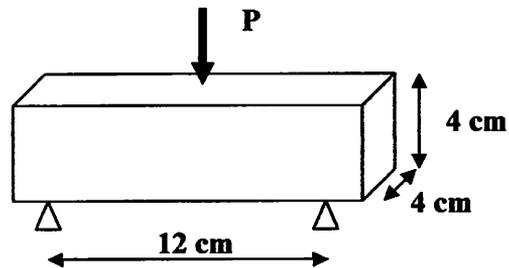
- P = Gaya Aksial (kg)
 A = Luas Penampang Putus (cm²)
 b = lebar penampang putus (cm)
 h = panjang penampang putus (cm)

- 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 3.8. 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.
- 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

A. Tujuan

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

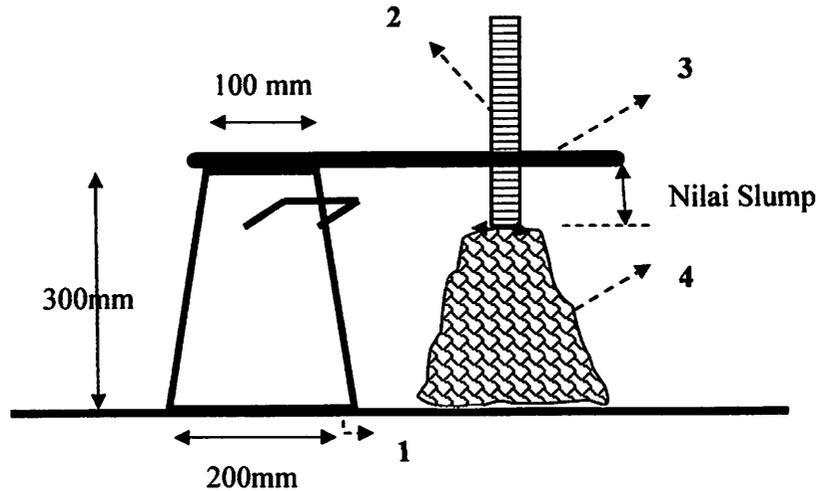
B. Peralatan

- a. Cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Bagian atas dan bawah cetakan terbuka.

- b. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm. Ujung terbuka dan sebaiknya terbuat dari baja tahan karat.
- c. Pelat logam dengan permukaan rata dan kedap air.
- d. Sendok cekung.

C. Prosedur Pelaksanaan

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



Gambar 3.9. Pengujian Slump

Keterangan :

1. Krucut Abraham
2. Penggaris
3. Besi Penumbuk
4. Sampel Campuran Beton

3.8.3. Uji Faktor Kepadatan (Workabilitas)

A. Tujuan

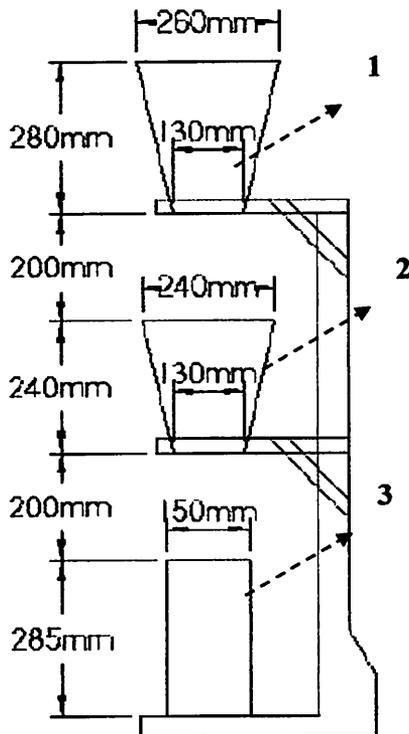
Uji faktor kepadatan / compacting factor tes dilakukan untuk menentukan tingkat workabilitas suatu campuran beton basah dengan melihat faktor kepadatannya.

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 3.10 : 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 *gula pasir* 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. Diambil 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.

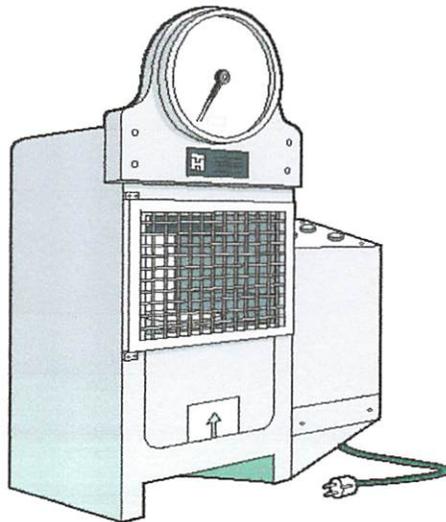
3.8.5. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Lentur Beton.

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 3.11. Alat Uji kuat Tekan

C. Pelaksanaan 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.

Tegangan kuat tekan dihitung dengan persamaan :

$$f'c = \frac{Px \text{ Faktor bentuk}}{Ax Fu}$$

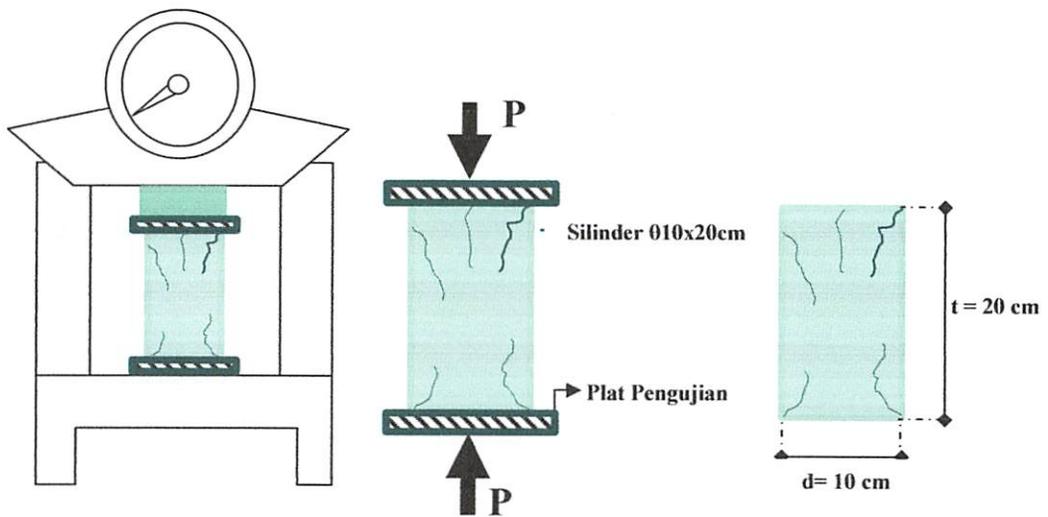
Keterangan :

$f'c$ = kuat tekan beton (Mpa)

P = beban maksimal (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Fu = faktor umur (Terlampir)



Gambar 3.12. 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 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.

Tegangan tarik dihitung dengan persamaan :

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

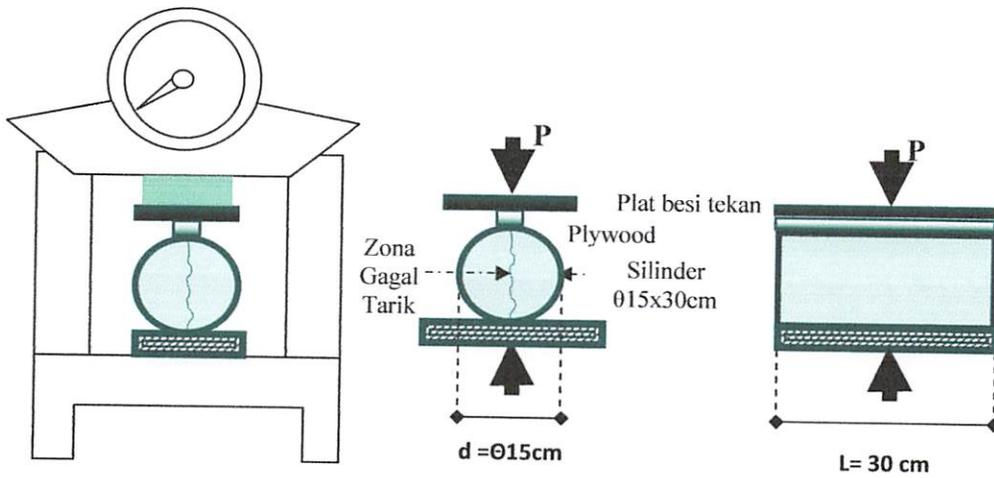
Keterangan :

σ = Kuat tarik belah (Mpa)

P = Beban maksimum (N)

L = Tinggi/panjang benda uji (mm)

d = Diameter (mm)



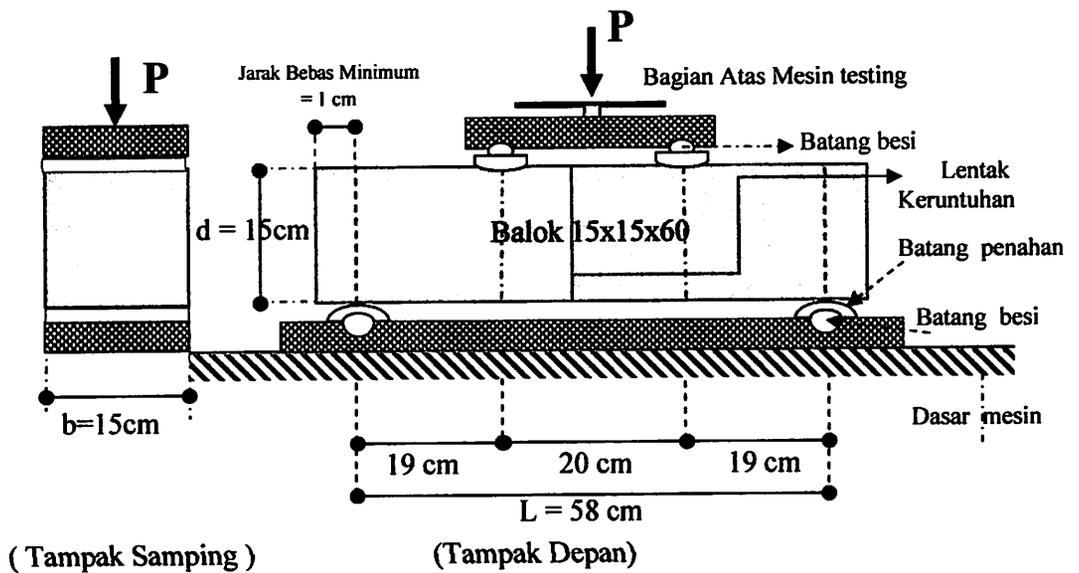
Gambar 3.13. Pengujian Tarik Belah Beton

3. Kuat Tarik Lentur

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin lentur secara sentries
- Jalankan mesin uji lentur.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji patah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji patah.

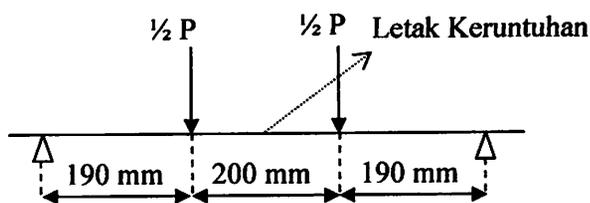
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan diperiksa

1. Pengujian Kuat Lentur Untuk $L = 580 \text{ mm}$ Dengan Keruntuhan Ditengah Bentang



Gambar 3.14. Pengujian Kuat Tarik Lentur Balok Beton

Penurunan Rumus :



Momen :

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

$$M = \frac{190}{2} P$$

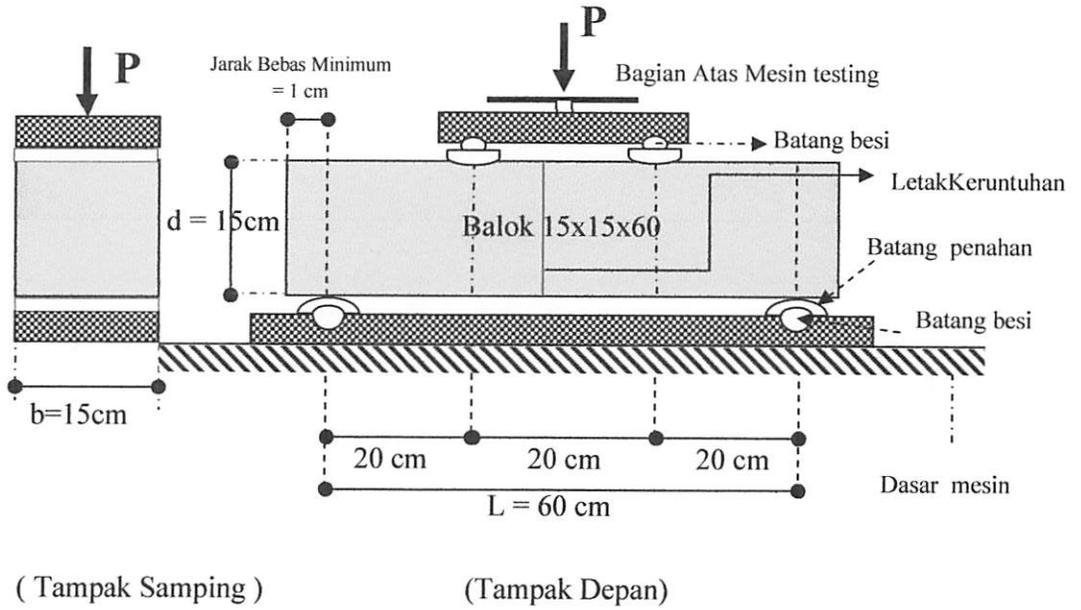
Tegangang Lentur :

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

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

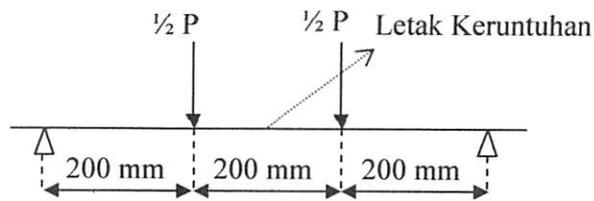
2. Pengujian Kuat Lentur Untuk $L = 600 \text{ mm}$ Dengan Keruntuhan Ditengah

Bentang



Gambar 3.15. Pengujian Kuat Tarik Lentur Balok Beton

Penurunan Rumus :



Momen :

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

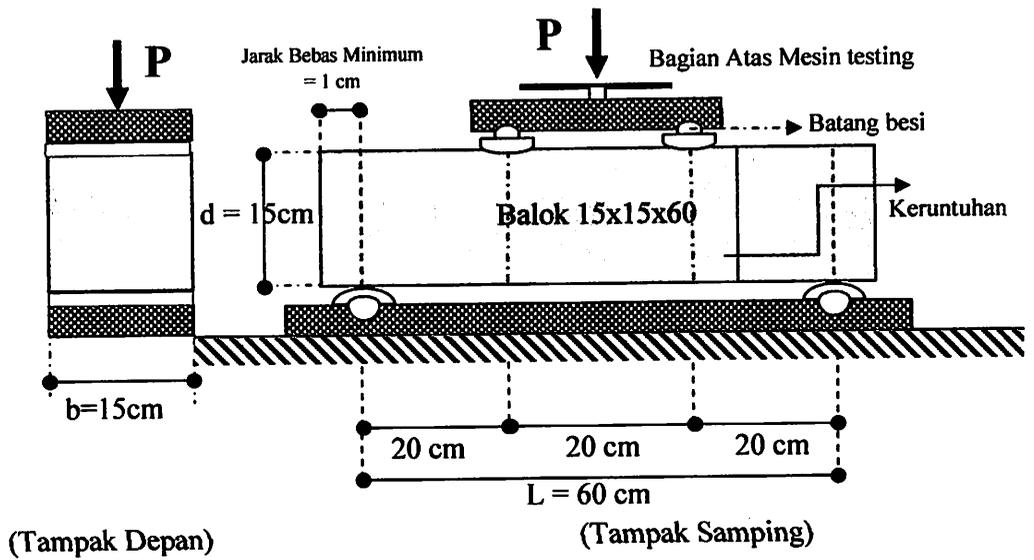
$$M = 100P$$

Tegangang Lentur :

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

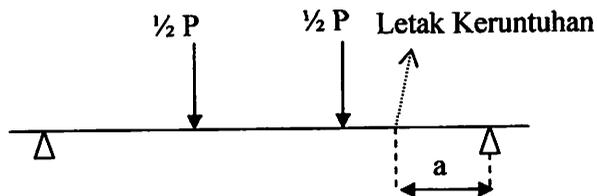
$$f_r = \frac{600P}{b \cdot d^2}$$

2. Pengujian Kuat Lentur Untuk $L = 600 \text{ mm}$ Dengan Keruntuhan Pada bagian Tarik Diluar Tengah Bentang ($L = 580 \text{ mm}$ dan $L = 600 \text{ mm}$)



Gambar 3.16. 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 :

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

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

3.8.6 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

C. Pelaksanaan Pengujian

- 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.
- Rumus yang dipakai untuk menghitung Porositas beton adalah :

Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

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

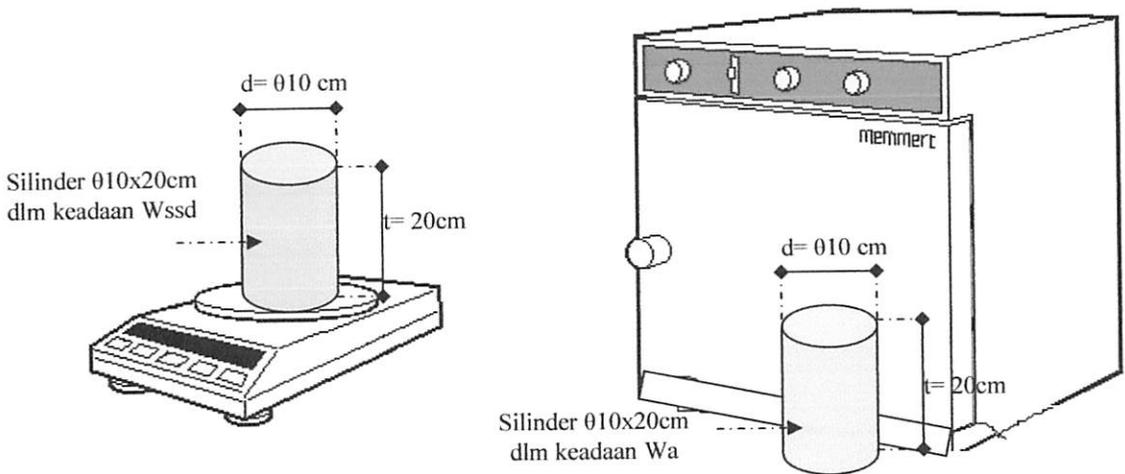
Perhitungan Porositas

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

$$V_{\text{benda uji}} = \pi d^2 \times t$$

Keterangan :

- W_{ssd} = berat benda uji keadaan saturated surface dry (SSD) atau jenuh permukaan kering (gr)
- W_a = berat benda uji keadaan kering oven
- B_j air = berat jenis air 1 gr/ml
- V benda uji = Volume benda uji (cm³, dimana : 1 ml = 1cm³)
- t = Tinggi Silinder (cm)
- d = Diameter silinder (cm)



Gambar 3.17. Pengujian Porositas

3.8.7 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.

C. Pelaksanaan Pengujian

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

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

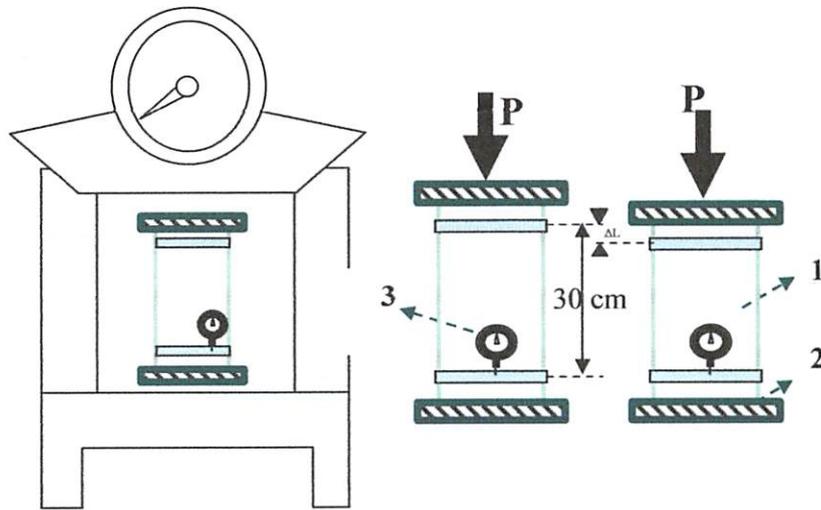
Keterangan :

E_c = Modulus Elastisitas (Mpa)

ε = regangan

L = tinggi benda uji (mm)

ΔL = perubahan tinggi benda uji (mm)

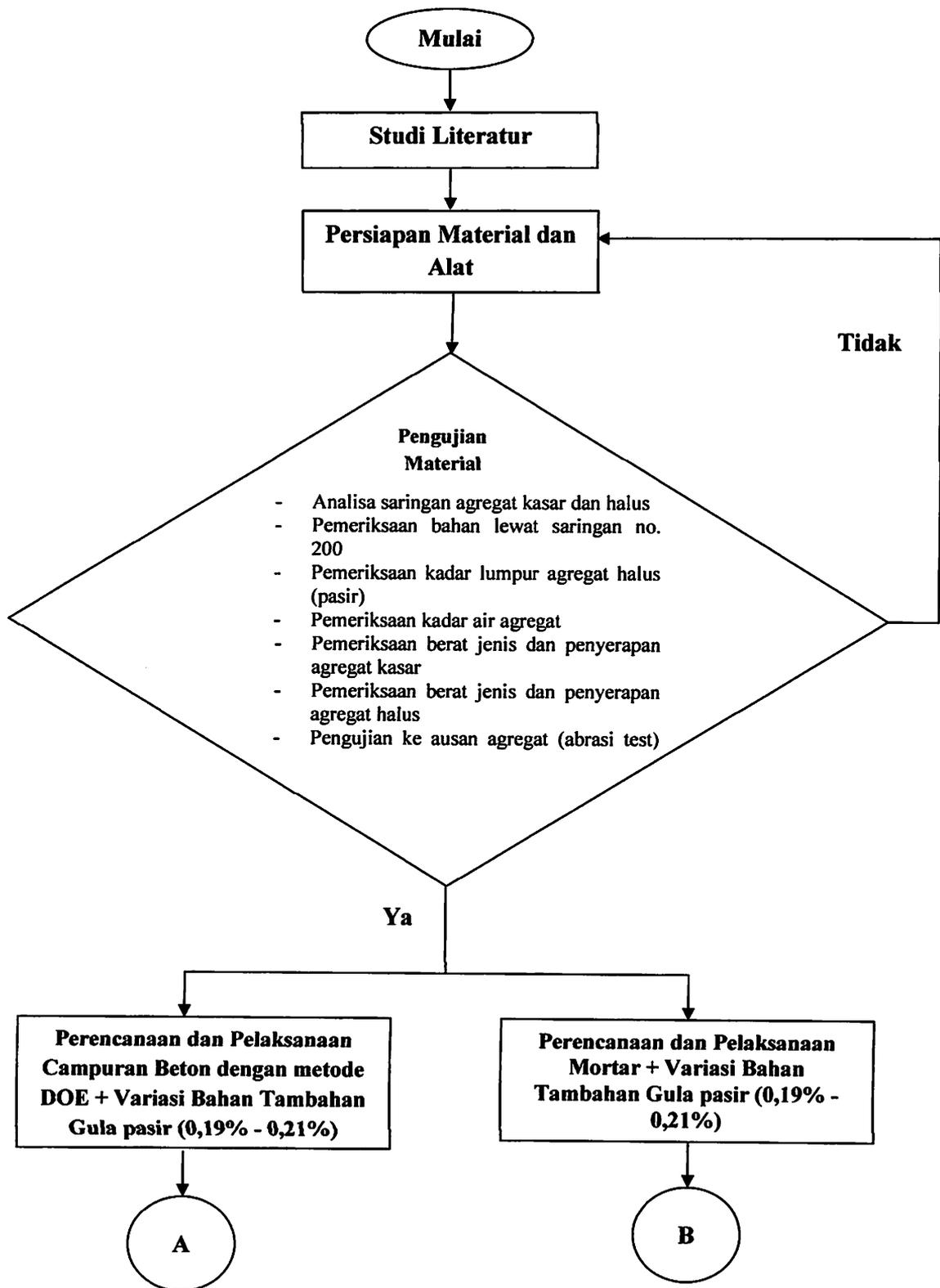


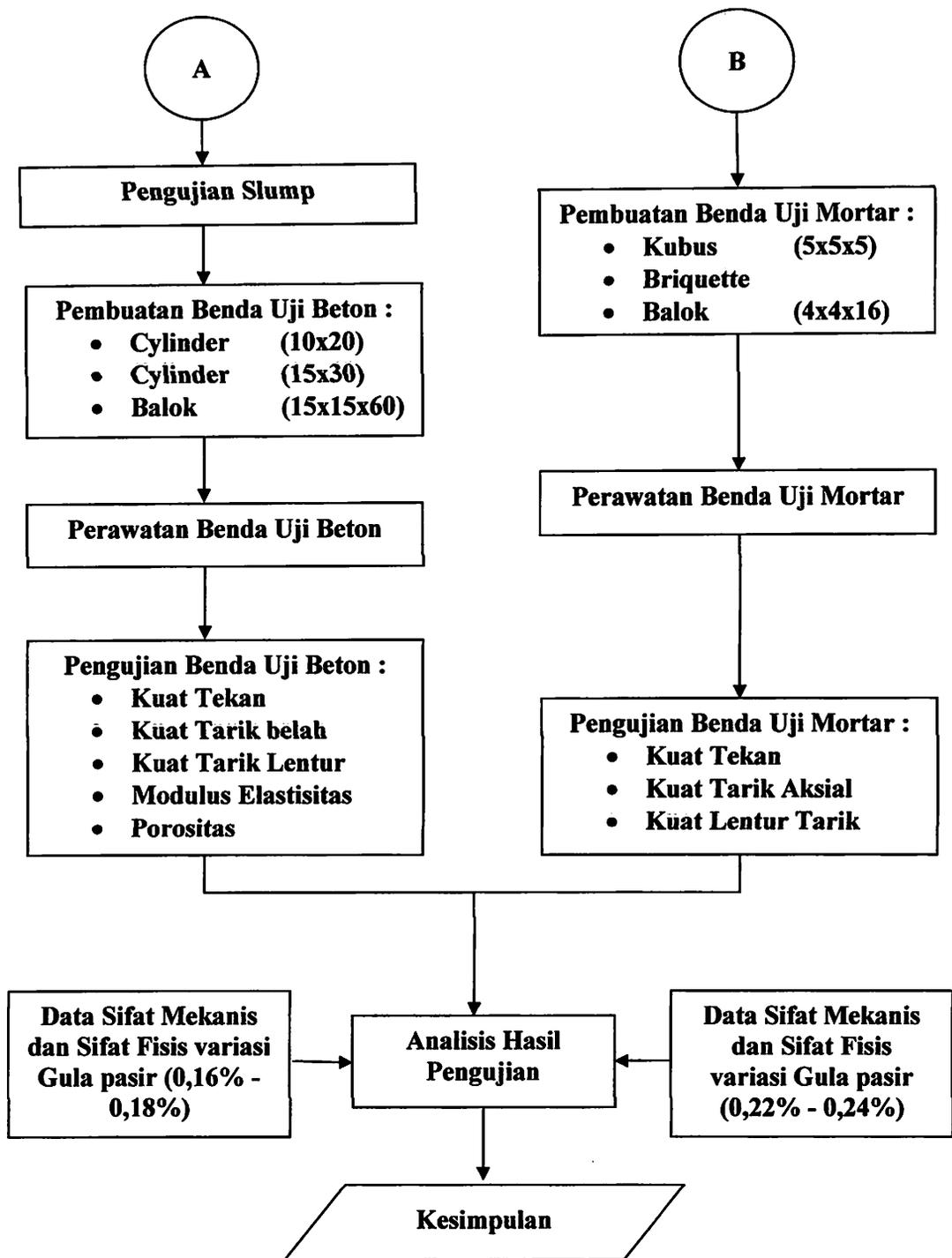
Gambar 3.18. Pengujian Modulus Elastisitas

Keterangan :

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

3.9 Bagan Alir Proses Penelitian





BAB IV

DATA PENELITIAN

4.1 Pemeriksaan Bahan

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) :

$$I = 7450 \qquad II = 7460 \qquad III = 7480$$

Berat Tempat (gr) :

$$I = 3560 \qquad II = 3560 \qquad III = 3560$$

Berat Benda Uji (gr) :

$$I = 3890 \qquad II = 3900 \qquad III = 3920$$

Cara Perhitungan

Isi Tempat (cm^3) :

$$I = 3000 \qquad II = 3000 \qquad III = 3000$$

Berat Isi Benda (gr/cm^3) :

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

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 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

LEPAS / GEMBUR			LEPAS / GEMBUR			PADAT		
			I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji	(gr)	7450	7460	7480	7820	7760	7810
B.	Berat tempat	(gr)	3560	3560	3560	3560	3560	3560
C.	Berat benda uji	(gr)	3890	3900	3920	4260	4200	4250
D.	Isi tempat	(cm ³)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
E.	Berat isi benda uji	(gr/cm ³)	1,30	1,30	1,31	1,42	1,40	1,42
F.	Berat isi benda uji rata-rata	(gr/cm ³)	1,30			1,41		

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 4.2 Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar

BATU PECAH			LEPAS/ GEMBUR			PADAT		
			I	II	III	I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji	(gr)	21780	21620	21270	22540	22340	22190
B.	Berat tempat	(gr)	7930	7930	7930	7930	7930	7930
C.	Berat benda uji	(gr)	13850	13690	13340	14610	14410	14260
D.	Isi tempat	(cm ³)	10000	10000	10000	10000	10000	10000
E.	Berat isi benda uji	(gr/cm ³)	1,39	1,37	1,33	1,46	1,44	1,43
F.	Berat isi benda uji rata-rata	(gr/cm ³)	1,36			1,44		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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 :

$$\text{Lepas / gembur} \quad : 1.3011 \text{ gr / cm}^3$$

Padat : 1.4122 gr / cm³

⇒ Berat isi agregat kasar :

Lepas / gembur : 1.3626 gr / cm³

Padat : 1.4426 gr / cm³

4.1.2 Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat

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 = $\frac{239.4}{2000} \times 100\% = 5.99\% \dots\dots \text{dst.}$
- 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 (11/2")	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

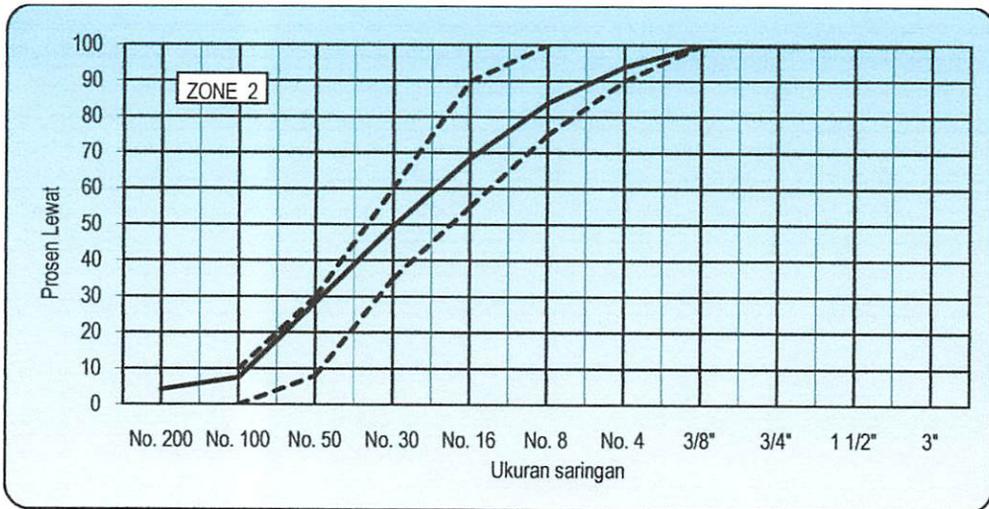
Tabel 4.4. Analisa Saringan Agregat Kasar

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

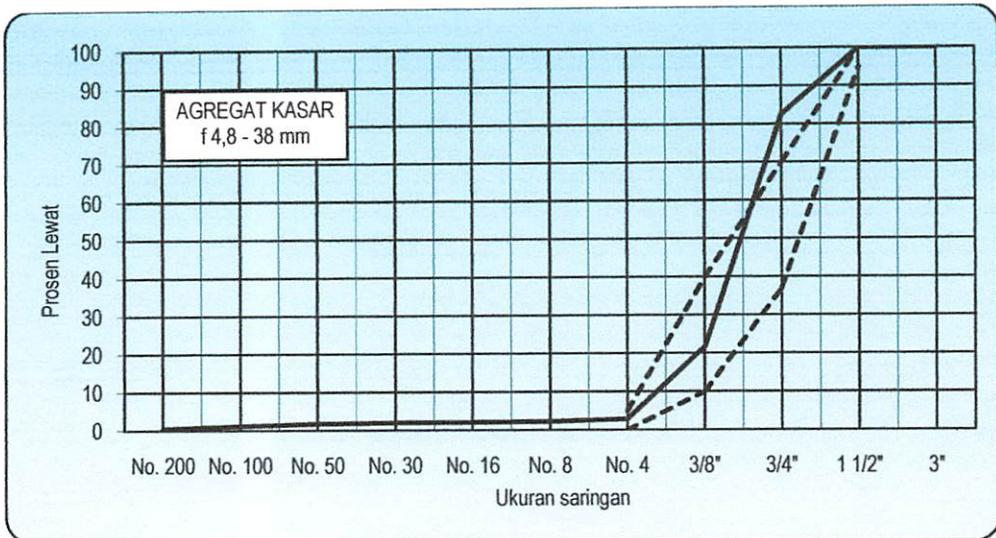
- Agregat Halus (Pasir)



Sumber : Data Penelitian

Gambar 4.1 Grafik Batas Gradasi Zona 2 untuk Agregat Halus

- Agregat Kasar (batu pecah)



Sumber : Data Penelitian

Gambar 4.2 Grafik Batas Gradasi untuk Agregat Kasar 4,8-38 mm

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 \emptyset (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)

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

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 Warna Standart

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

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton

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 :

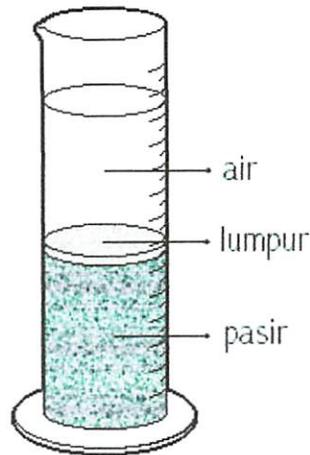
$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100 \%$$

Diman :

$V_1 =$ tinggi pasir = 470 ml

$V_2 =$ tinggi lumpur = 3 ml

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



Gambar 4.3. Gelas Ukur

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

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

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

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

$$= 3.590 \%$$

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 (%)	3,15	4,03	4,69	4,87
F.	Kadar air rata-rata (%)	3,59		4,78	

Sumber : Data hasil 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	(%)	9,02	9,92	0,73	1,15
F.	Kadar air rata-rata	(%)	9,47		0,94	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan dilaboratorium diperoleh hasil sebagai berikut :

- Kadar Air rata – rata agregat Halus kondisi asli 9,47 %.
- Kadar Air rata – rata agregat Halus kondisi SSD 0,94 %
- Kadar Air rata – rata agregat Kasar kondisi asli 3,59 %.
- Kadar Air rata – rata agregat Kasar kondisi SSD 4,78 %

4.1.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

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 :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram

B_k = berat contoh kering oven

B_a = 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 Agregat Kasar Batu Pecah

		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 piknometer diisi air pada 25°C	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)	$\frac{B_i - B_k}{B_k} \times 100$	4,68	4,85	4,77

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

- Rata – rata Berat jenis (bulk) = 2,48
- Rata – rata Berat jenis kering permukaan = 2,59
- Rata – rata Berat Jenis Semu = 2,81
- Rata – rata Penyerapan (absorpsi) = 4,77 %

4.1.8 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Dari Percobaan yang dilakukan, di dapatkan hasil sebagai berikut

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

Dimana :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 500 gram

B_k = berat contoh kering oven

B = berat piknometer diisi air pada 25°C

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

Contoh perhitungan :

- Berat Jenis (bulk) $\frac{496.40}{(676.6+500-989.5)} = 2.65$
- Berat jenis kering permukaan jenuh $\frac{500}{(676.6+500-989.5)} = 2.67$

- Berat jenis semu (apparent) : $\frac{496.4}{(676.6+496.4-989.5)} = 2.71$
- Penyerapan (absorpsi) : $\frac{500-496.4}{496.4} \times 100 \% = 0.73 \%$

Perhitungan selanjutnya ditabelkan...

Tabel 4.10 Pemeriksaan Berat Jenis 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

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

- Rata – rata Berat jenis (bulk) = 2,66
- Rata – rata Berat jenis kering permukaan = 2,69
- Rata – rata Berat Jenis Semu = 2,73
- Rata – rata Penyerapan (absorpsi) = 0,94

4.1.9 Pengujian Keausan Agregat (Abrasi Test) Dengan Menggunakan Alat Los Angeles

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

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

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

Perhitungan selanjutnya ditabelkan...

Tabel 4.11 Pemeriksaan Keausan agregat Kasar

Gradasi pemeriksaan				B (fraksi 10 - 20 mm)		
Saringan				I		
Lolos			Tertahan		Berat sebelum	Berat sesudah
76,20	mm	(3")	63,50	mm	(2,5")	
63,50	mm	(2,5")	50,80	mm	(2")	
50,80	mm	(2")	37,50	mm	(1,5")	
37,50	mm	(1,5")	25,40	mm	(1")	
25,40	mm	(1")	19,00	mm	(3/4")	
19,00	mm	(3/4")	12,50	mm	(1/2")	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
A	Berat benda uji semula					5002,2
B	Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4)					3633,9
	Keausan :					27,35

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Hasil Penelitian yang dilakukan didapatkan nilai keausan agregat kasar yang lebih kecil dari 37,5 mm (1 ½ ") adalah 27,35 %

4.2. Mix design dengan metode DOE

Perencanaan campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah cara DOE (Department of Environment). Perencanaan ini dipakai sebagai standart perencanaan oleh department pekerjaan umum dan dimuat dalam buku standart SNI 03-2834-1993 dengan judul bukunya “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal“ adapun tahapan – tahapan pencampurannya dapat kami bahas satu persatu sebagai berikut :

Langkah 1 Menentukan kekuatan tekan karakteristik ($f'c$)

Penentuan kuat tekan karakteristik beton ($f'c$) diperoleh dari permintaan atau keperluan,disini kita rencanakan 25 Mpa.

Langkah 2 Menentukan deviasi standart (S)

Deviasi standart didapatkan sesuai volume pekerjaan dan rencana hasil keluaran campuran pada tabel 4.12. Disini kami ambil dengan isi pekerjaan kecil dan rencana keluaran baik, maka didapat nilai $S = 6$ Mpa

Tabel 4.12 Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

Isi Pekerjaan		Deviasi standar S (Mpa)		
Sebutan	Jumlah beton (M^3)	Baik Sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil	< 1000	$4,5 < S < 5,5$	$5,5 < S < 6,5$	$6,5 < S < 8,5$
Sedang	1000-3000	$3,5 < S < 4,5$	$4,5 < S < 5,5$	$5,5 < S < 7,5$
Besar	> 3000	$2,5 < S < 3,5$	$3,5 < S < 4,5$	$4,5 < S < 6,5$

Sumber : Pedoman Praktokum Beton

Catatan : Dalam Pengambilan S seharusnya lebih mengacu pada pengalaman Laboratorium, guna mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Langkah 3 Menentukan margin kekuatan

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 Ps. 7.3.1.1. margin didasarkan atas probabilitas dari 1 dalam 100 bahwa rata – rata dari tiga uji berturut – turut bisa berada dibawah kuat tekan perlu $f'c$ atau berdasarkan probabilitas yang serupa dimana uji individu bisa lebih besar dari 3,5 Mpa dibawah kuat tekan perlu $f'c$. Dan margin yang digunakan adalah yang nilainya paling besar diantara dua persamaan tersebut.

$$M_1 = 1,34. S \quad \text{atau} \quad M_2 = 2,33.S - 3,5$$

$$M_1 = 1,34 . 6 = 8,04 \text{ Mpa} \quad \text{atau} \quad M_2 = 2,33. 6 - 3,5 = 10,48 \text{ Mpa}$$

Maka nilai yang paling besar diantara dua persamaan adalah 10,48 Mpa

Langkah 4 Kekuatan tekan rencana

$$F'_{cr} = f'c + M$$

$$= 25 + 10,48$$

$$= 35,48 \text{ Mpa}$$

Langkah 5 Jenis semen yang digunakan

Jenis semen yang digunakan adalah semen gresik type 1

Langkah 6 Jenis agregat

Agregat kasar diperoleh dari batu pecahan maka dianggap dipecah. Agregat halus diperoleh dari alam yaitu tanpa pecahan dianggap alami.

Langkah 7 Menentukan faktor air semen

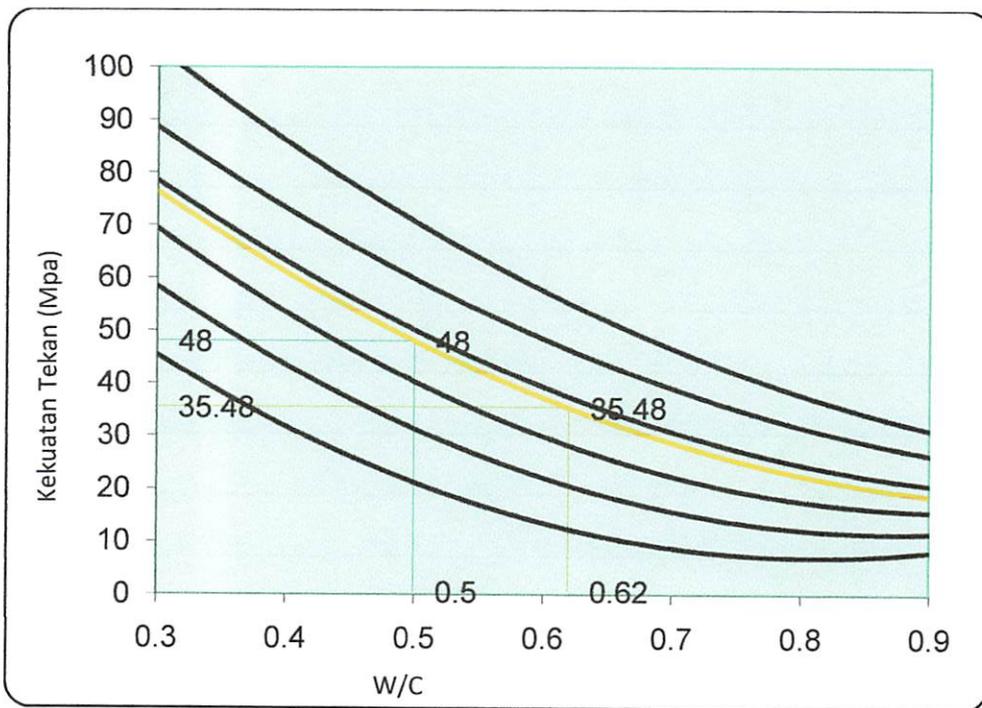
Dari tabel 4.13 diketahui agregat kasar batu pecah (kerikil) dan semen type 1. Kekuatan umur 28 hari yang diharapkan dengan faktor air semen 0,50 adalah 48.

Tabel 4.13 Perkiraan kuat tekan beton dengan faktor air semen (w/c) 0,5

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

Sumber : Pedoman Praktokum Beton

Dengan menggunakan grafik 4.4, tarik garis vertikal keatas dari (w/c) = 0,5 hingga memotong kekuatan tekan 48 Mpa, pertemuan titik kemudian di gambar garis hijau. Kemudian dari titik kekuatan tekan beton rata – rata sebesar 35,480 Mpa ditarik garis datar hingga memotong garis biru kemudian tarik garis kebawah maka diperoleh W/C 0,62



Sumber : Data Penelitian

Gambar 4.4 Grafik kekuatan tekan dengan w/c

Langkah 8 Menentukan faktor air semen

Faktor air semen maksimum didapatkan dari tabel 4.14. Dari tabel tersebut didapatkan faktor air semen maksimum adalah 0,65

Tabel 4.14 Jumlah semen minimum untuk kondisi terekspos

Kondisi Ekspos	Selimut Beton (mm)				
	25	20	20	20	20
Ringan	25	20	20	20	20
Sedang	-	35	30	25	20
Buruk	-	-	40	30	25
Sangat Buruk	-	-	50	40	30
Ektrim	-	-	-	60	50
W/C maksimum	0,65	0,6	0,55	0,5	0,45
Jumlah semen minimum (kg/m ³)	275	300	325	350	400
Kekuatan minimum (Mpa)	30	35	40	45	50

Sumber : Pedoman Praktikum Beton

Langkah 9 Menentukan faktor air semen digunakan

Faktor air semen yang digunakan adalah nilai terkecil yang didapat dari langkah 7 dan 8 yaitu 0,62

Langkah 10 Menentukan Nilai Slump

Slump yang direncanakan 25 – 100 mm, dalam tabel 4.15 dikategorikan sedang (tingkat kemudahan pelaksanaan).

Tabel 4.15 Nilai Slump yang disyaratkan sesuai dengan penggunaan beton

Tingkat kemudahan pelaksanaan	Slump	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 digetarkan
Tinggi	100 - 175	Penampang beton dengan tulangan rapat

Sumber : Pedoman Praktikum Beton

Langkah 11 Ukuran agregat maksimum

Ukuran maksimum ditetapkan 20 mm.

Langkah 12 Menentukan kadar air bebas

Kadar air bebas didapat dengan menggunakan tabel 4.16. Dari tabel tersebut didapatkan untuk ukuran agregat 20 mm dan jenis agregat kasar dipecah dengan slump 60 – 180 mm 195 sedangkan pasir dengan jenis agregat alami didapat 225, sehingga nilai kadar air bebas dapat ditentukan dengan rumus

$$\frac{2}{3}Wf + \frac{1}{3}WC \rightarrow \frac{2}{3}.225 + \frac{1}{3}.195 = 215 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Tabel 4.16 Perkiraan jumlah air bebas yang diperlukan untuk memberikan tingkat workability tertentu

Ukuran maksimum agregat (mm)	Jenis Agregat	Jumlah air (kg/m ³) untuk			
		Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	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

Sumber : Pedoman Praktikum Beton

Langkah 13 : Menentukan jumlah semen

Jumlah semen dalam perencanaan didapat dari

$$\begin{aligned} \text{Langkah 12} / \text{Langkah 9} &= 215 / 0,62 \\ &= 346,77 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Langkah 14 : Menentukan jumlah semen minimum

Jumlah semen minimum dalam perencanaan didapat tabel 4.14 maka didapat jumlah semen minimum 275 kg/m³

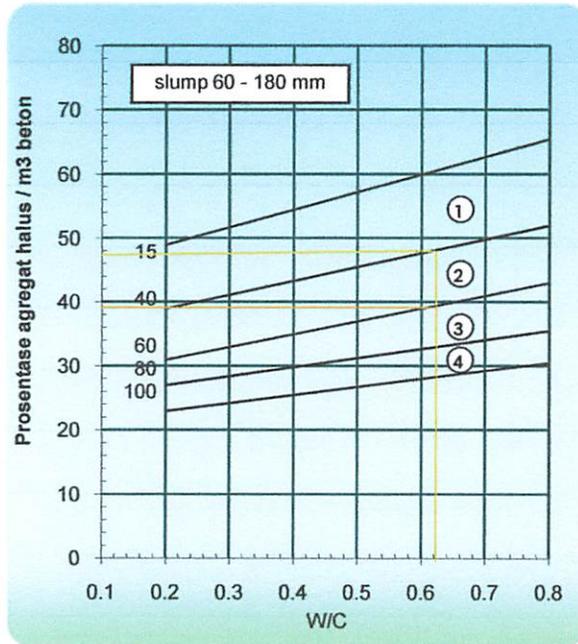
Langkah 15 : Menentukan jumlah semen yang digunakan pada perencanaan

Jumlah semen yang digunakan dalam perencanaan didapat dari jumlah yang terbesar dari langkah 13 dan 14 maka didapat jumlah semen yang digunakan sebesar 346,77 kg/m³

Langkah 16 : Menentukan proporsi agregat halus

Proporsi agregat halus dapat dilihat pada gambar 4.4 dan dirata – rata dari zone agregat halus tersebut dengan ukuran agregat kasar maksimum 20 mm dan zone pasir zone 2, maka :

$$\frac{48+39,9}{2} = 43,95 \%$$



Sumber : Data Penelitian

Gambar 4.5 Grafik Penentuan Prosentase Agregat Halus Untuk Diameter Maksimum 20mm

Langkah 17 Menentukan proporsi agregat kasar

$$100 \% - \text{Proporsi agregat halus} \rightarrow 100 \% - 43,95 \% = 56,05 \%$$

Langkah 18 Berat Jenis agregat Halus (SSD)

Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat halus (SSD) dapat dilihat pada tabel 4.10 sebesar 2,69

Langkah 19 Berat Jenis agregat Kasar (SSD)

Dari data pemeriksaan bahan maka di dapat berat jenis agregat kasar (SSD) dapat dilihat pada tabel 4.19 sebesar 2,59

Langkah 20 Menentukan Berat jenis agregat gabungan

Berat jenis agregat gabungan artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar dengan demikian perhitungannya :

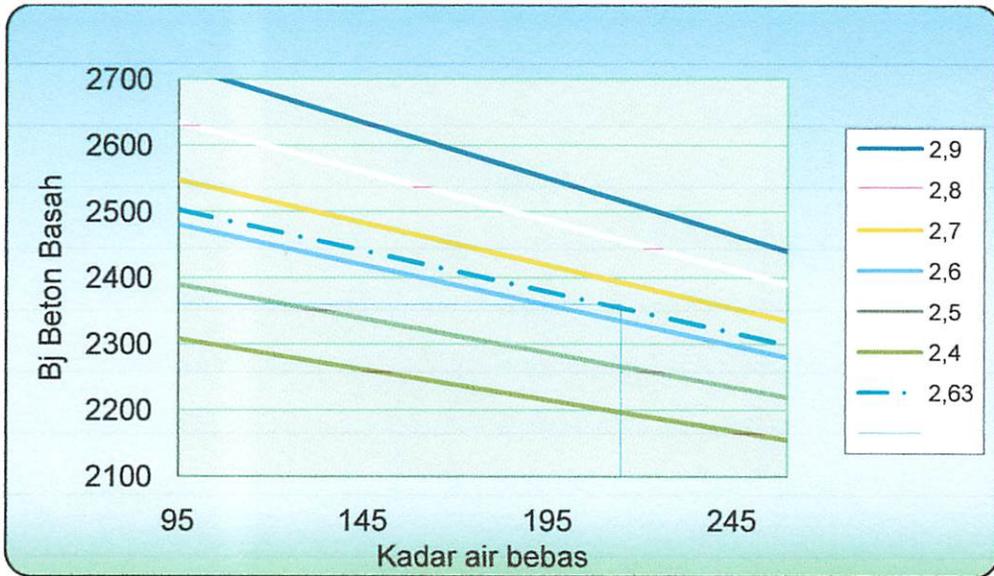
$$\frac{((Prop.pasir \times B_j \text{ pasir})) + ((Prop \text{ kerikil} \times B_j \text{ kerikil}))}{100}$$

Maka

$$\frac{((43,95 \times 2,69)) + ((56,05 \times 2,59))}{100} = 2,63$$

Langkah 21 Menentukan Berat Jenis beton basah

Berat Jenis beton diperoleh dari Gambar 4.6 dengan jalan membuat garis baru (Garis putus – putus berwarna hijau tua) yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan yaitu 2,63. Setelah itu tarik garis vertikal keatas sesuai kadar air bebas yaitu 215 setelah dapat garis yang baru tadi tarik horizontal dan akan mendapatkan berat jenis beton basah yaitu 2360 Kg/m³



Sumber : Data Penelitian

Gambar 4.6 Grafik perkiraan berat jenis beton segar

Langkah 22 Total Jumlah agregat

Menentukan Total jumlah agregat digunakan rumus :

Bj beton basah – kadar air bebas – jumlah semen rencana

Maka

$$2360 - 215 - 346,77 = 1798,23 \text{ Kg/m}^3$$

Langkah 23 Menentukan jumlah agregat halus

Menentukan jumlah agregat halus digunakan rumus :

$$\frac{\text{Prop agregat halus} \times \text{Total Jmlh agregat}}{100}$$

$$\frac{43,95 \times 1798,23}{100} = 790,32 \text{ kg/m}^3$$

Langkah 24 Menentukan jumlah agregat kasar

Menentukan jumlah agregat kasar digunakan rumus :

$$\frac{\text{Prop agregat kasar} \times \text{Total Jmlh agregat}}{100}$$

$$\frac{56,05 \times 1798,23}{100} = 1007,91 \text{ kg/m}^3$$

Langkah 25 Kadar air agregat halus

Kadar air agregat halus didapat dari hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 4.8 sebesar 9,47 %

Langkah 26 Kadar air agregat kasar

Kadar air agregat kasar didapat dari hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 4.7 sebesar 3,59 %

Langkah 27 Absorpsi (penyerapan) agregat halus

Absorpsi (penyerapan) agregat halus didapat dari hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 4.10 sebesar 0,94 %

Langkah 28 Absorpsi (penyerapan) agregat kasar

Absorpsi (penyerapan) agregat kasar didapat dari hasil pemeriksaan dapat dilihat pada tabel 4.9 sebesar 4,77 %

Langkah 29 Menentukan kelebihan air dalam agregat halus

Menentukan kelebihan air dalam agregat digunakan rumus

$$\frac{(Kadar\ air - Absorpsi\ agregat\ halus) \times jumlah\ agregat\ halus}{100}$$

Maka kelebihan air dalam agregat halus adalah :

$$\frac{(9,47 - 0,94) \times 790,32}{100} = 67,41 \text{ kg/m}^3$$

Langkah 30 Menentukan kelebihan air dalam agregat kasar

Menentukan kelebihan air dalam agregat digunakan rumus

$$\frac{(Kadar\ air - Absorpsi\ agregat\ kasar) \times jumlah\ agregat\ kasar}{100}$$

Maka kelebihan air dalam agregat kasar adalah :

$$\frac{(3,59 - 4,77) \times 1007,91}{100} = -11,89 \text{ kg/m}^3$$

Langkah 31 Menentukan Jumlah agregat halus

Jumlah agregat dihitung dengan rumus :

Jumlah agregat + Kelebihan air dalam agregat

Maka jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk kondisi lapangan adalah :

$$790,32 + 67,41 = 857,73 \text{ kg/m}^3$$

Langkah 32 Menentukan Jumlah agregat kasar

Jumlah agregat dihitung dengan rumus :

Jumlah agregat + Kelebihan air dalam agregat

Maka jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk kondisi lapangan adalah :

$$1007,91 + (-11,89) = 996,02 \text{ kg/m}^3$$

Langkah 33 Menentukan Jumlah air

Jumlah air dihitung dengan rumus :

Kadar air bebas - Σ Kelebihan air dalam agregat

Maka jumlah air yang dibutuhkan untuk kondisi lapangan adalah :

$$215 - 67,41 - (-11,89) = 159,48 \text{ kg/m}^3$$

Langkah 34 Menentukan komposisi akhir campuran beton kondisi lapangan

Dari perhitungan sebelumnya telah didapat jumlah per m³ :

$$\text{Semen} = 346,77 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregat halus} = 857,73 \text{ Kg}$$

$$\text{Agregat kasar} = 1011,50 \text{ Kg}$$

$$\text{Air} = 159,48 \text{ Kg}$$

4.3 Perhitungan Kebutuhan Bahan

4.3.1 Komposisi akhir campuran kondisi lapangan/m³

Dalam pekerjaan pembuatan benda uji berdasarkan pada kapasitas alat pencampuran atau molen yaitu 0,03 m³, maka untuk membuat benda uji sebanyak 120 buah dengan silinder 10 x 20 sebanyak 80 buah, silinder 15 x 30

sebanyak 28 buah, balok 15 x 15 x 60 sebanyak 12 buah, yang dilakukan secara bertahap, sehingga volume pekerjaan untuk setiap kali pencampuran :

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

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

Keterangan :

1,2 = nilai faktor kehilangan

n = jumlah benda uji

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

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

Keterangan :

1,2 = nilai faktor kehilangan

n = jumlah benda uji

c. Perhitungan volume balok $p \times l \times t = 15 \times 15 \times 30$

$$\begin{aligned} &= (p \times l \times t) \times (n \times 1,2) \\ &= (60 \times 15 \times 15) \times (1 \times 1,2) \\ &= 0,01620 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Keterangan :

1,2 = nilai faktor kehilangan

n = jumlah benda uji

Untuk kebutuhan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.17 Kebutuhan Total Bahan Untuk Setiap Kali
Pencampuran Agregat Kasar Batu Pecah

Kebutuhan Bahan (kg)	Bahan Tambahan %			
	0,00	0,19	0,20	0,21
Semen	45,35	45,35	45,35	45,35
Pasir	112,10	112,10	112,10	112,10
Batu pecah	130,27	130,27	130,27	130,27
Air	20,86	20,86	20,86	20,86
Gula	-	0,051	0,053	0,056

Sumber : Data hasil Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

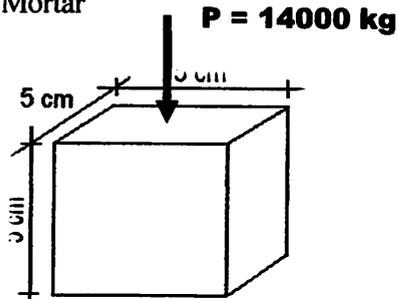
5.1 Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Mortar

5.1.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

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

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I

- Perhitungan Kuat Tekan Mortar



Gambar 5.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Diketahui :

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

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

Keterangan :

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Permukaan Benda Uji (cm^2)

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

Maka :

$$\text{-- Volume kubus} = s \times s \times s = 5 \times 5 \times 5 = 125 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat Isi} &= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \\
 &= \frac{278,3}{125} \\
 &= 2,23 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ L Permukaan} &= s \times s \\
 &= 5 \times 5 \\
 &= 25 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Kuat Tekan mortar} &= \frac{\text{Beban}}{\text{L Permukaan}} \\
 &= \frac{14000}{25} \\
 &= 560 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya disajikan pada tabel hasil perhitungan tegangan hancur mortar variasi 0 %, 0,19 %, 0,20 % dan 0,21 % .

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kuat tekan Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0 %

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat tekan Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,19 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas Permukaan cm ²	Beban (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Oct-10	284.5	2.28	25	13000	520
2	30-Sep-10	27-Oct-10	300.5	2.40	25	12500	500
3	30-Sep-10	27-Oct-10	295.4	2.36	25	13000	520
4	30-Sep-10	27-Oct-10	301.4	2.41	25	11500	460
5	30-Sep-10	27-Oct-10	290.8	2.33	25	12500	500
6	30-Sep-10	27-Oct-10	290.7	2.33	25	13000	520
7	30-Sep-10	27-Oct-10	301.3	2.41	25	12500	500
8	30-Sep-10	27-Oct-10	300.0	2.40	25	13000	520
9	30-Sep-10	27-Oct-10	286.1	2.29	25	5000	200

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Kuat tekan Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,20 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas Permukaan cm ²	Beban (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Oct-10	296.6	2.37	25	13000	520
2	30-Sep-10	27-Oct-10	292.6	2.34	25	12500	500
3	30-Sep-10	27-Oct-10	295.7	2.37	25	13000	520
4	30-Sep-10	27-Oct-10	295.4	2.36	25	7000	280
5	30-Sep-10	27-Oct-10	295.9	2.37	25	13000	520
6	30-Sep-10	27-Oct-10	297.7	2.38	25	12500	500
7	30-Sep-10	27-Oct-10	292.2	2.34	25	13000	520
8	30-Sep-10	27-Oct-10	300.4	2.40	25	12500	500
9	30-Sep-10	27-Oct-10	296.8	2.37	25	13500	540

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kuat tekan Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,21 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas Permukaan cm ²	Beban (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Oct-10	296.6	2.37	25	12500	500
2	30-Sep-10	27-Oct-10	292.6	2.34	25	13000	520
3	30-Sep-10	27-Oct-10	295.7	2.37	25	13000	520
4	30-Sep-10	27-Oct-10	295.4	2.36	25	6000	240
5	30-Sep-10	27-Oct-10	295.9	2.37	25	13000	520
6	30-Sep-10	27-Oct-10	297.7	2.38	25	12500	500
7	30-Sep-10	27-Oct-10	292.2	2.34	25	11500	460
8	30-Sep-10	27-Oct-10	300.4	2.40	25	12500	500
9	30-Sep-10	27-Oct-10	296.8	2.37	25	13000	520

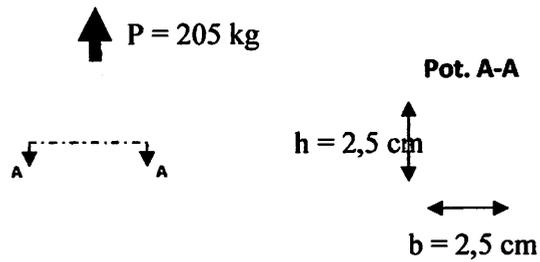
Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial

Untuk pengujian kuat tarik aksial mortar dilakukan pada benda bentuk angka delapan (Briquette) pada umur 28 hari. Terdapat 4 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing – masing perlakuan berjumlah 3 benda uji.

Sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian kuat tarik aksial mortar, dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data kuat tarik aksial mortar batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiga perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI



Gambar 5.2. Pengujian Tarik Aksial Mortar

Diketahui :

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

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

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

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)

• Perhitungan kuat tarik aksial mortar

$$\text{– Volume} = 75 \text{ cm}^3$$

$$\text{– Berat Isi} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$$

$$= \frac{149,6}{75}$$

$$= 1,99 \text{ gr/cm}^2$$

$$\text{– Luas Permukaan} = p \times l$$

$$= 2,5 \times 2,5$$

$$= 6,25 \text{ cm}^2$$

$$\text{– Kuat Tarik Aksial} = \frac{\text{Beban}}{\text{L. Permukaan}}$$

$$= \frac{205}{6,25}$$

$$= 32,80 \text{ kg/cm}^2$$

Selanjutnya hasil perhitungan kuat tarik aksial mortar untuk variasi 0%, 0,19 %,0,20 % dan 0,21 % disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0 %

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,19 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas penampang patah (cm ²)	Beban (kg)	Kuat tarik (kg/cm ²)
1	4-Sep-10	01-Okt-10	152,7	1,98	6.20	235	37.90
2	4-Sep-10	01-Okt-10	149,8	1,93	6.25	230	36.80
3	4-Sep-10	01-Okt-10	148,3	1,97	6.25	230	36.80

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Dengan
Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,20 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas penampang patah (cm ²)	Beban (kg)	Kuat tarik (kg/cm ²)
1	5-Sep-10	3-Okt-10	149,8	1,98	6.20	230	37.10
2	5-Sep-10	3-Okt-10	147,9	1,93	6.25	240	38.40
3	5-Sep-10	3-Okt-10	149,9	1,96	6.20	235	37.90

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Dengan
Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,21 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas penampang patah (cm ²)	Beban (kg)	Kuat tarik (kg/cm ²)
1	6-Sep-10	4-Okt-10	151,7	1,93	6.30	235	37.30
2	6-Sep-10	4-Okt-10	148,3	1,98	6.30	230	36.51
3	6-Sep-10	4-Okt-10	150,3	1,97	6.25	235	37.60

Sumber : Data Hasil Penelitian

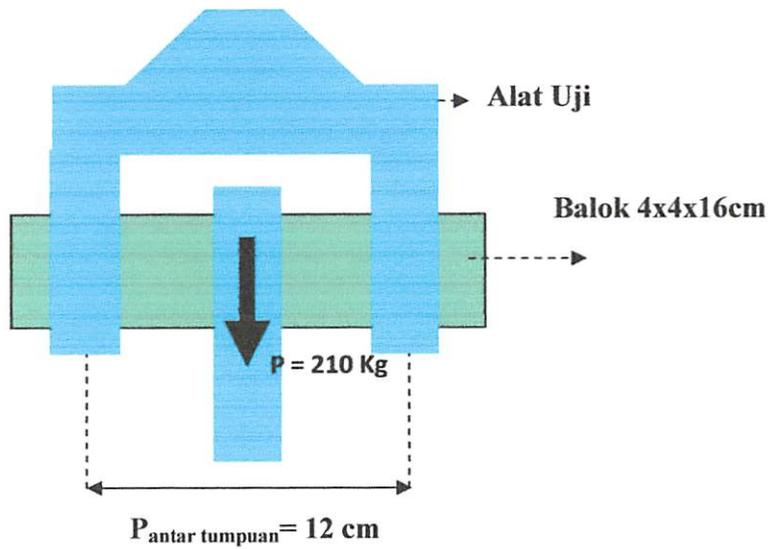
5.1.3 Hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Aksial Mortar

Untuk pengujian kuat tarik lentur aksial mortar ini dilakukan pada benda uji balok 4 x 4 x 16 cm 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 kuat tarik lentur aksial mortar batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I

- Perhitungan Kuat Tarik Lentur Aksial mortar



Gambar 5.3. Pengujian Tarik Lentur Mortar

Keterangan :

P = Beban Maksimum (kg)

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

V = Volume Benda Uji (cm^3)

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

M_{\max} = Momen Maksimum (kgcm)

W = Momen Tahanan (cm^3)

Diketahui :

$P = 210 \text{ kg}$

$L = 12 \text{ cm}$

$b = h = 4 \text{ cm}$

Maka,

- Volume Balok $= p \times l \times t$
 $= 16 \times 4 \times 4$
 $= 256 \text{ cm}^3$
- Berat Isi $= \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}}$
 $= \frac{581,7}{256}$
 $= 2,27 \text{ gr/cm}^2$
- Momen Maks $= \frac{1}{4} \times \text{beban} \times \text{Panjang bentang antara dua tumpuan}$
 $= \frac{1}{4} \times 210 \times 12$
 $= 630 \text{ kg/cm}$
- Momen Tahanan $= \frac{1}{6} \times b \times h^2$
 $= \frac{1}{6} \times 4 \times 4^2$
 $= 10,67 \text{ cm}^3$
- K. Lentur Aksial $= \frac{\text{Momen maks}}{\text{Momen tahanan}}$
 $= \frac{630}{10,67}$
 $= 59,04 \text{ kg/cm}^2$

Selanjutnya hasil perhitungan kuat tarik lentur aksial untuk variasi 0 %, 0,19% , 0,20 % dan 0,21 % disajikan dalam bentuk tabel.

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat tarik Lentur Aksial Mortar Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0 %

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat tarik Lentur Aksial Mortar Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,19 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Beban (kg)	M tahanan (cm ³)	M.maks (kgcm)	Kuat lentur (kg/cm ²)
1	4-Sep-10	01-Okt-10	582,8	2,45	240	10.67	720	67.48
2	4-Sep-10	01-Okt-10	567,8	2,34	255	10.67	765	71.70
3	4-Sep-10	01-Okt-10	592,3	2,23	236	10.67	708	66.35

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Kuat tarik Lentur Aksial Mortar Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,20 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Beban (kg)	M tahanan (cm ³)	M.maks (kgcm)	Kuat lentur (kg/cm ²)
1	5-Sep-10	2-Okt-10	576,3	2,65	230	10.67	690	64.67
2	5-Sep-10	2-Okt-10	571,3	2,45	260	10.67	780	73.10
3	5-Sep-10	2-Okt-10	598,2	2,41	250	10.67	750	70.29

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Kuat tarik lentur Aksial Mortar Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,21 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Berat (gram)	Berat is (gr/cm ³)	Beban (kg)	M tahanan (cm ³)	M.maks (kgcm)	Kuat lentur (kg/cm ²)
1	6-Sep-10	3-Okt-10	576,6	2,98	245	10.67	735	68.88
2	6-Sep-10	3-Okt-10	581,5	2,56	255	10.67	765	71.70
3	6-Sep-10	3-Okt-10	572,3	2,34	230	10.67	690	64.67

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2. Pengujian Interval Kepercayaan

Data-data penelitian yang telah dikumpulkan kemudian diuji dengan pengujian interval kepercayaan, dimana tujuannya adalah untuk mencari kevalitan 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.

5.2.1 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat tekan Mortar

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan dengan variasi 0%, 0,19 %, 0,20 %, dan 0,21 %

Tabel 5.13 Data Pengujian Kuat Tekan

No.	Kuat Tekan (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 0,19%	Variasi 0,20%	Variasi 0,21%
1	560	520	520	500
2	380	500	500	520
3	360	520	520	520
4	380	460	280	240
5	340	500	520	520
6	380	520	500	500
7	360	500	520	460
8	340	520	500	500
9	380	200	540	520

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan}}{n} \\
 &= \frac{560 + 380 + \dots + 380}{9} \\
 &= 386,67 \text{ Kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{[(560 - 386,67)^2 + \dots + (380 - 386,67)^2]}{9 - 1}} \\
 &= 67,082
 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 386,67 - \left(2,145 x \frac{67,082}{\sqrt{9}} \right) < \mu < 386,67 + \left(2,145 x \frac{67,082}{\sqrt{9}} \right) \\
 &= 338,703 < \mu < 434,630
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, 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	386.670	67.082	0.975	8	2.145	338.703	< μ <	434.630
0.19	468.890	103.494	0.975	8	2.145	397.113	< μ <	545.110
0.2	488.889	79.443	0.975	8	2.145	432.088	< μ <	545.690
0.21	475.556	79.443	0.975	8	2.145	410.897	< μ <	540.214

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 5.15. Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Kuat Tekan (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 0,19%	Variasi 0,20%	Variasi 0,21%
1	---	520	520	500
2	380	500	500	520
3	360	520	520	520
4	380	460	---	---
5	340	500	520	520
6	380	520	500	500
7	360	500	520	460
8	340	520	500	500
9	380	---	540	520

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.2 Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial Mortar

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik aksial mortar dengan variasi 0%, 0,19%, 0,20%, dan 0,21%.

Tabel 5.16. Data Pengujian Kuat Tarik Aksial

No.	Kuat Tarik Aksial (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 0,19%	Variasi 0,20%	Variasi 0,21%
1	32.80	37.90	37.10	37.30
2	29.77	36.80	38.40	36.51
3	32.54	36.80	37.90	37.60

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Aksial}}{n} \\
 &= \frac{32,80 + 29,77 + 32,54}{3} \\
 &= 31,70 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

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

$$= 1,6787$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

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

$$= 27,533 < \mu < 35,874$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.17

Tabel 5.17. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial

Variasi (%)	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan	
0	31.700	16.787	0.975	2	4.303	27.53	$< \mu <$ 35.87
0.19	37.168	0.637	0.975	2	4.303	35.59	$< \mu <$ 38.75
0.2	37.800	0.658	0.975	2	4.303	36.17	$< \mu <$ 39.43
0.21	37.137	0.564	0.975	2	4.303	35.73	$< \mu <$ 38.54

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 Data Pengujian Kuat Tarik Aksial Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Kuat Tarik Aksial (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 0,19%	Variasi 0,20%	Variasi 0,21%
1	32.80	37.90	37.10	37.30
2	29.77	36.80	38.40	36.51
3	32.54	36.80	37.90	37.60

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.3. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat tarik Lentur Aksial Mortar

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik lentur aksial mortar dengan variasi 0%, 0,19%, 0,20%, dan 0,21%.

Tabel 5.19 Data Pengujian Kuat tarik Lentur Aksial

No.	Kuat tarik lentur Aksial (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 0,19%	Variasi 0,20%	Variasi 0,21%
1	59.04	67.48	64.67	68.88
2	59.04	71.70	73.10	71.70
3	52.01	66.35	70.29	61.67

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

$$= \frac{59.04 + 59.04 + 52.01}{3}$$

$$= 56.70 \text{ Kg/cm}^2$$

$$s = \sqrt{\frac{[(59.04 - 56.70)^2 + (59.04 - 56.70)^2 + (52.01 - 56.70)^2]}{3-1}}$$

$$= 4.058$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

$$= 56.70 - \left(4,303 x \frac{4.058}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 56.70 + \left(4,303 x \frac{4.058}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 46.619 < \mu < 66.783$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.20.

Tabel 5.20 Interval Kepercayaan Kuat tarik Lentur Aksial

Variasi (%)	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan	
0	56.700	4.058	0.975	2	4.303	46.62	$< \mu <$ 66.78
0.19	68.510	2.816	0.975	2	4.303	61.51	$< \mu <$ 75.51
0.2	69.350	4.294	0.975	2	4.303	58.68	$< \mu <$ 80.02
0.21	68.416	3.538	0.975	2	4.303	59.63	$< \mu <$ 77.21

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 Data Pengujian Kuat tarik Lentur Aksial Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Kuat tarik lentur Aksial (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 0,19%	Variasi 0,20%	Variasi 0,21%
1	59.04	67.48	64.67	68.88
2	59.04	71.70	73.10	71.70
3	52.01	66.35	70.29	61.67

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3. Pengujian Hipotesis

5.3.1. 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 beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan gula pasir.

Tabel 5.22. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20 %		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	-	-	520	270400	520	270400	500	250000	
2	380	144400	500	250000	500	250000	520	270400	
3	360	129600	520	270400	520	270400	480	230400	
4	380	144400	460	211600	-	-	-	-	
5	340	115600	500	250000	520	270400	520	270400	
6	380	144400	520	270400	500	250000	480	230400	
7	360	129600	500	250000	520	270400	460	211600	
8	340	115600	520	270400	500	250000	500	250000	
9	380	144400	-	-	540	291600	520	270400	
SY	2920		4040		4120		3980		15060
SY ²	1068000		2043200		2123200		1983600		7218000
n	8		8		8		8		32

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} \\ &= 1068000 + 2043200 + 2123200 + 2043200 \\ &= 7277600\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{15120^2}{32} \\ &= 7144200\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{2920^2}{8} + \frac{4040^2}{8} + \frac{4120^2}{8} + \frac{4040^2}{8} \right) - 7144200 \\ &= 123800\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 7277600 - 7144200 - 123800 \\ &= 9600\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.23 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	7144200	7144200
Antar Perlakuan	3	123800	41266.66667
Dalam Perlakuan	28	9600	342.8571429
Jumlah	32		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{41266.67}{342.8571} = 120.3611$$

Dalam Daftar I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;495), nilai $F \text{ tabel} (0,05 ; 3 ; 32) = 2.9$ Jadi nilai $F \text{ hitung} 120.3611 > F \text{ tabel} = 2.9$. Dengan demikian H_a **diterima** H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan.

5.3.2. 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 beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan gula pasir.

Tabel 5.24. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20 %		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	32.80	1075.84	37.90	1436.65	37.10	1376.17	37.30	1391.41	
2	29.77	886.31	36.80	1354.24	38.40	1474.56	36.51	1332.83	
3	32.54	1058.83	36.80	1354.24	37.90	1436.65	37.60	1413.76	
SY	95.11		111.50		113.40		111.41		431.42
SY ²	3020.98		4145.13		4287.39		4138.00		15591.50
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} \\ &= 3020,98 + 4145,13 + 4287,39 + 4138,00 \\ &= 15591,50 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{431.42^2}{12} \\ &= 15510.51 \end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$P_y = \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y$$

$$= \left(\frac{95,11^2}{3} + \frac{111,50^2}{3} + \frac{113,40^2}{3} + \frac{111,41^2}{3} \right) - 15510,51$$

$$= 73.0363$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - P_y$$

$$= 15591,50 - 15510,51 - 73,0363$$

$$= 7,949864$$

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	15510.51427	15510.51427
Antar Perlakuan	3	73.03634507	24.34544836
Dalam Perlakuan	8	7.949864253	0.993733032
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{24,34545}{0,993733} = 24,49898$$

Dalam Daftar I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;494), nilai $F_{tabel} (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49$. Jadi nilai $F_{hitung} 24.49898 > F_{tabel} = 3,49$. Dengan demikian H_a *diterima* H_o ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tarik aksial.

5.3.3. 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 beton yang ditimbulkan oleh variasi penambahan gula pasir.

Tabel 5.26. Data Hasil Pengujian Kuat tarik Lentur Mortar Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20 %		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	59.04	3485.72	67.48	4553.40	64.67	4181.86	68.88	4745.11	
2	59.04	3485.72	71.70	5140.37	73.10	5343.93	71.70	5140.37	
3	52.01	2705.04	66.35	4402.89	70.29	4940.76	64.67	4181.86	
SY	170.09		205.53		208.06		205.25		788.93
SY ²	9676.48		14096.66		14466.54		14067.33		52307.01
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned} \sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} \\ &= 9676,48 + 14096,66 + 14466,54 + 14067,33 \\ &= 52307,01 \end{aligned}$$

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

$$R_y = \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

$$= (\sum Y)^2 / n \text{ total}$$

$$= \frac{788.93^2}{12}$$

$$= 51867.264$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$P_y = \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y$$

$$= \left(\frac{170.09^2}{3} + \frac{205.53^2}{3} + \frac{208.06^2}{3} + \frac{205.25^2}{3} \right) - 51867.264$$

$$= 329.015$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$E_y = \sum Y^2 - R_y - P_y$$

$$= 52307.01 - 51867.264 - 329.015$$

$$= 110.735$$

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	51867.26444	51867.26444
Antar Perlakuan	3	329.0147466	109.6715822
Dalam Perlakuan	8	110.7345795	13.84182244
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{109.6716}{13.84182} = 7.923204$$

Dalam daftar I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;494), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 7.923204 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha **diterima** Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat lentur aksial.

5.4. 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 Ajeng Cahyanita (2010) untuk variasi 0.16 % s/d 0.18 % dan Raina Triyuliani (2010) untuk variasi 0.22 % s/d 0.24 %

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 :

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

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

$$\sum xY = a \sum x^2 + b \sum x^3 + c \sum x^4$$

5.4.1. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan

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

Tabel 5.28 Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan

KUAT TEKAN								
No.	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	365.000	0	0	0	0	0	133225
2	0.16	477.500	0.0256	0.0041	0.00066	76.4	12.224	228006
3	0.17	475.000	0.0289	0.00491	0.00084	80.75	13.7275	225625
4	0.18	480.000	0.0324	0.00583	0.00105	86.4	15.552	230400
5	0.19	505.000	0.0361	0.00686	0.0013	95.95	18.2305	255025
6	0.2	515.000	0.04	0.008	0.0016	103	20.6	265225
7	0.21	505.000	0.0441	0.00926	0.00194	106.05	22.2705	255025
8	0.22	492.500	0.0484	0.01065	0.00234	108.35	23.837	242556
9	0.23	487.500	0.0529	0.01217	0.0028	112.125	25.78875	237656
10	0.24	475.000	0.0576	0.01382	0.00332	114	27.36	225625
Total	1.8	4777.5	0.366	0.0756	0.01585	883.025	179.59025	2298369

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.28, maka di dapat persamaan :

$$4775.5 = 10a + 1,8b + 0,366c$$

$$883.025 = 1,8a + 0,366b + 0,076c$$

$$179.5903 = 0,366a + 0,076b + 0,016c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 363.6$$

$$b = 1244$$

$$c = -3002$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -3002x^2 + 1244x + 363.6$$

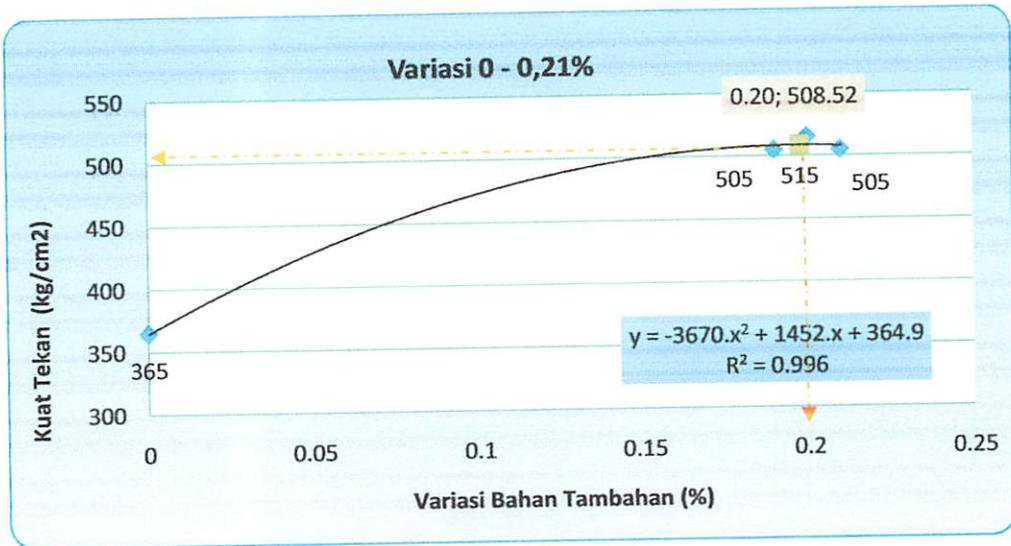
Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\ &= \left\{ 1244 \left(883.025 - \frac{4775.5 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ -3002 \left(179.590 - \frac{0,366 * 4775.5}{10} \right) \right\} \\ &= 14494.582 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\ &= 2298369 - \frac{(4775.5)^2}{10} \\ &= 15918.125 \end{aligned}$$

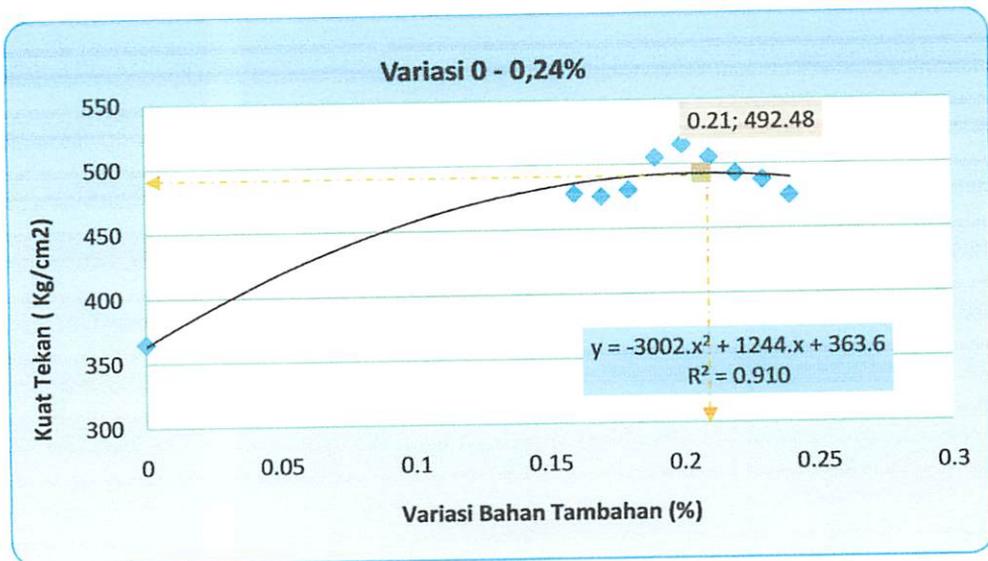
$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{14494.582}{15918.125} \\ &= 0,910 \end{aligned}$$

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* gula pasir dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tekan menghasilkan persamaan $Y = -3002x^2 + 1244x + 363,6$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,910. Hal ini berarti 91.0 % 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.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.4 Grafik Analisa Regresi Untuk
Kuat Tekan Variasi 0-0,21%



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.5 Grafik Analisa Regresi Untuk
Kuat Tekan Variasi 0-0,24 %

5.4.2. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial

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

Tabel 5.29. Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial

KUAT TARIK AKSIAL								
No.	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	31.704	0	0	0	0	0	1005.12
2	0.16	36.161	0.0256	0.0041	0.00066	5.78576	0.92572	1307.62
3	0.17	36.185	0.0289	0.00491	0.00084	6.15145	1.04575	1309.35
4	0.18	36.310	0.0324	0.00583	0.00105	6.5358	1.17644	1318.42
5	0.19	37.170	0.0361	0.00686	0.0013	7.0623	1.34184	1381.61
6	0.2	37.800	0.04	0.008	0.0016	7.56	1.512	1428.84
7	0.21	37.140	0.0441	0.00926	0.00194	7.7994	1.63787	1379.38
8	0.22	37.045	0.0484	0.01065	0.00234	8.1499	1.79298	1372.33
9	0.23	36.839	0.0529	0.01217	0.0028	8.47297	1.94878	1357.11
10	0.24	36.341	0.0576	0.01382	0.00332	8.72184	2.09324	1320.67
Total	1.8	362.695	0.366	0.0756	0.01585	66.2394	13.4746	13180.4

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.29, maka di dapat persamaan :

$$362,695 = 9a + 1,8b + 0,366c$$

$$66,2394 = 1,8a + 0,366b + 0,076c$$

$$13,4746 = 0,366a + 0,076b + 0,015c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 31.65$$

$$b = 46.63$$

$$c = -103.3$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -103.3x^2 + 46.63x + 31,65$$

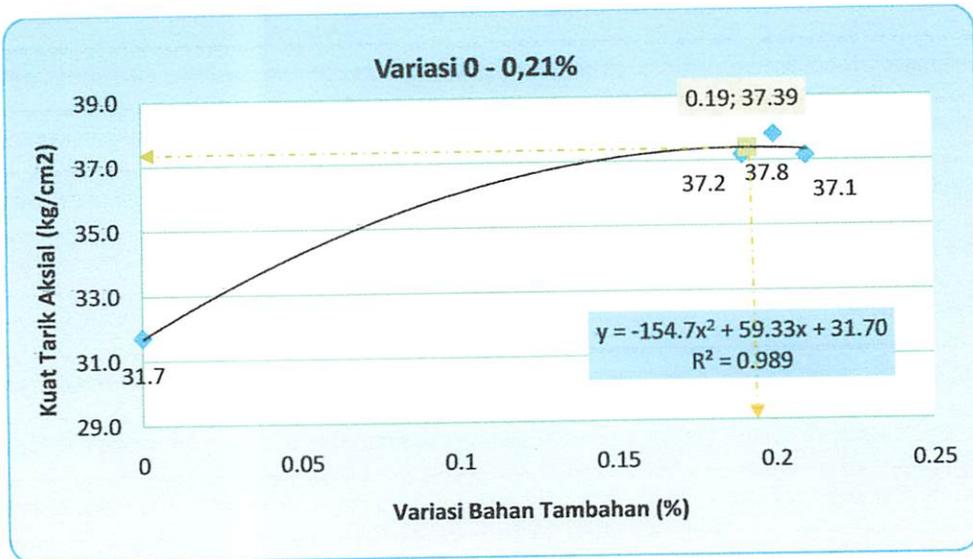
Mencari koefisien determinasi (R²) :

$$\begin{aligned}
JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
&= \left\{ 46.63 \left(66,239 - \frac{362,695 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ -103.3 \left(13,4746 - \frac{0,366 * 362,695}{10} \right) \right\} \\
&= 23.84313
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
&= 13180.4 - \frac{(362,695)^2}{10} \\
&= 25,71032
\end{aligned}$$

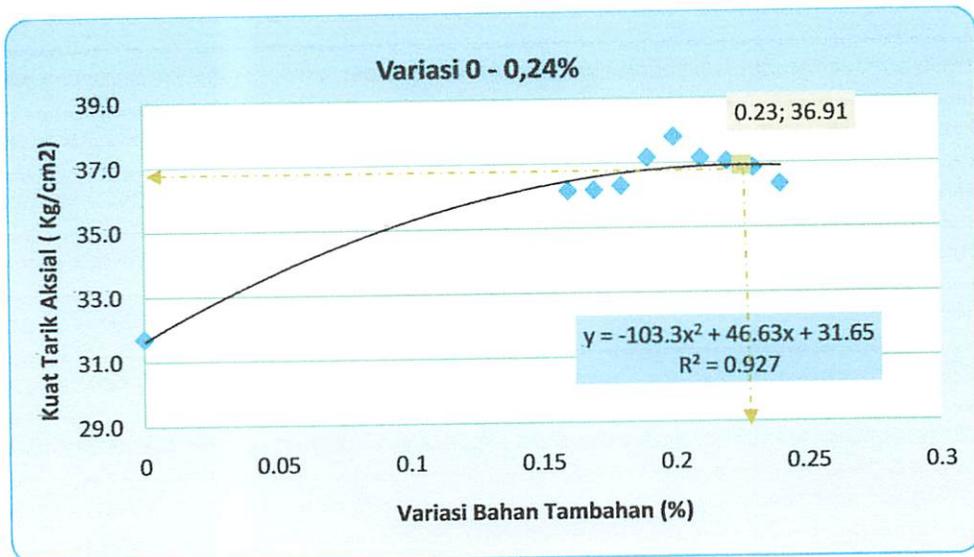
$$\begin{aligned}
R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
&= \frac{23,84313}{25,71032} \\
&= 0,927
\end{aligned}$$

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 gula pasir* dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tarik aksial menghasilkan persamaan $Y = -103.3x^2 + 46.63x + 31,65$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,927. Hal ini berarti 92,7 % perubahan dari pada nilai kuat tarik aksial dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.6 Grafik Analisa Regresi Untuk
 Kuat Tarik Aksial Variasi 0 – 0.21 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.7 Grafik Analisa Regresi Untuk
 Kuat Tarik Aksial Variasi 0 – 0.24 %

5.4.3. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur Aksial

Sebagai contoh, di bawah ini diambil data kuat tarik lentur aksial untuk diuji dengan regresi.

Tabel 5.30. Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur Aksial

KUAT TARIK LENTUR								
No.	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	56.700	0	0	0	0	0	3214.89
2	0.16	67.291	0.0256	0.0041	0.00066	10.7666	1.72265	4528.08
3	0.17	67.479	0.0289	0.00491	0.00084	11.4714	1.95014	4553.42
4	0.18	67.948	0.0324	0.00583	0.00105	12.2306	2.20152	4616.93
5	0.19	68.510	0.0361	0.00686	0.0013	13.0169	2.47321	4693.6
6	0.2	69.353	0.04	0.008	0.0016	13.8707	2.77413	4809.88
7	0.21	68.416	0.0441	0.00926	0.00194	14.3674	3.01715	4680.77
8	0.22	68.416	0.0484	0.01065	0.00234	15.0515	3.31133	4680.75
9	0.23	67.948	0.0529	0.01217	0.0028	15.628	3.59445	4616.93
10	0.24	67.666	0.0576	0.01382	0.00332	16.2398	3.89756	4578.69
Total	1.8	669.727	0.366	0.0756	0.01585	122.643	24.9421	44973.9

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.30, maka di dapat persamaan :

$$669.727 = 9a + 1,8b + 0,366c$$

$$122.643 = 1,8a + 0,366b + 0,075c$$

$$24.942 = 0,366a + 0,075b + 0,015c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 56.65$$

$$b = 111.7$$

$$c = -267.5$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -267.5x^2 + 111.7x + 56.65$$

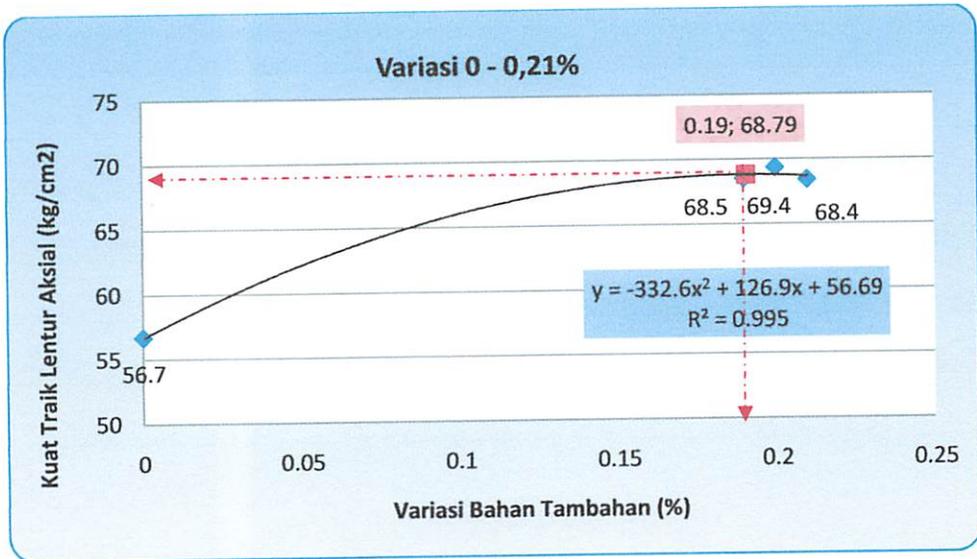
Mencari koefisien determinasi (R²) :

$$\begin{aligned}
JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
&= \left\{ 111.7 \left(122.643 - \frac{669.727 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ -267.5 \left(24.9421 - \frac{0,366 * 669.727}{10} \right) \right\} \\
&= 118.623
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
&= 44973.9 - \frac{(669.727)^2}{10} \\
&= 120.466
\end{aligned}$$

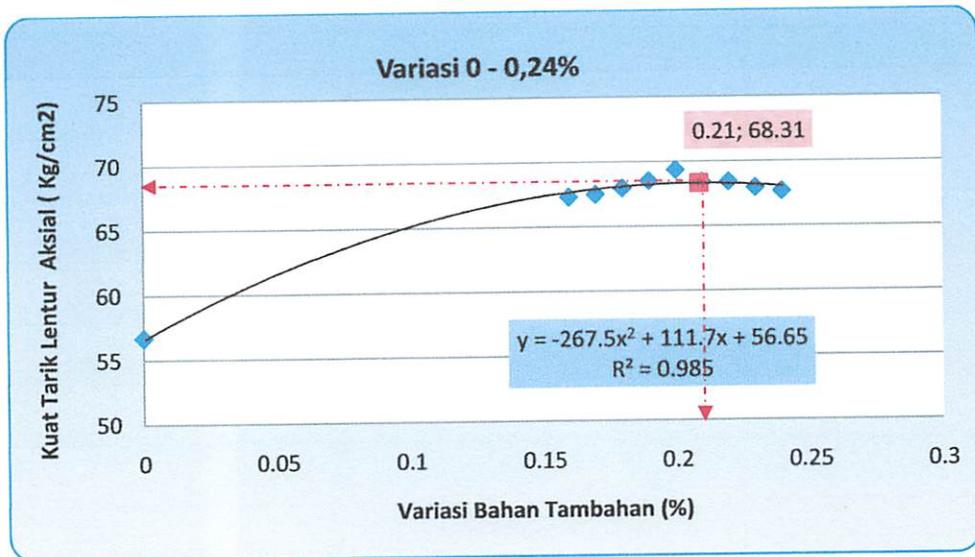
$$\begin{aligned}
R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
&= \frac{118.623}{120.466} \\
&= 0,985
\end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tarik lentur aksial* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan gula pasir* dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tarik lentur aksial menghasilkan persamaan $Y = -267.5 + 111.7x + 56.65$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,985. Hal ini berarti 98,5 % perubahan dari pada nilai kuat tarik lentur aksial dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.8 Grafik Analisa Regresi Untuk
 Kuat Lentur Aksial Variasi 0 – 0.21 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.9 Grafik Analisa Regresi Untuk
 Kuat Lentur Aksial Variasi 0 – 0,24 %

5.5. Nilai Variasi Optimum Campuran

5.5.1. Variasi 0 – 0,21 %

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 – 0,21 %.

- Persamaan Kuat Tekan Mortar :

$$Y = -3670x^2 + 1452x + 364.9$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2 \cdot (-3670)x + 1452 = 0$$

$$-7340x + 1452 = 0$$

$$x = \frac{1452}{7340}$$

$$x = 0,20$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi $x = 0,20$

$$Y = -3670(0,20)^2 + 1452(0,20) + 364.9$$

$$Y = 508.517$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum pada variasi 0,20% (variasi 0-0,21%) sebesar 508.517 Mpa.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

Tabel 5.31. Variasi Optimum dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-0,21%)

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum (kg/cm ²)
1	Kuat Tekan	0.20	508,517
2	Kuat Tarik Aksial	0,19	37.39
3	Kuat tarik lentur	0.19	68.794

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.32. Variasi Dominan dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-0,21%)

No	Keterangan	Variasi Dominan (%)	Nilai Optimum (kg/cm ²)
1	Kuat Tekan	0,20	508,517
2	Kuat Tarik Aksial		37.378
3	Kuat tarik lentur		68.766

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.5.2. Variasi 0 – 0.24 %

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 – 0.24 %.

- Persamaan Kuat Tekan Mortar :

$$Y = -3002x^2 + 1244x + 363,6$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-3002)x + 1244 = 0$$

$$-6004x + 1244 = 0$$

$$x = \frac{1244}{6004}$$

$$x = 0.21$$

- Kuat Tekan Optimum variasi $x = 0,21$

$$Y = -3002(0,21)^2 + 1244(0,21) + 363,6$$

$$Y = 492.451$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum pada variasi 0,21 % (variasi 0-0,24%) sebesar 492.451 Kg/cm².

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

Tabel 5.33. Variasi Optimum dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-0.24%)

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum (Kg/Cm ²)
1	Kuat Tekan	0,21	492.451
2	Kuat Tarik Aksial	0,23	36.912
3	Kuat tarik lentur	0.21	68.310

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.34. Variasi Dominan dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-0.24%)

No	Keterangan	Variasi Dominan (%)	Nilai Optimum (Kg/cm ²)
1	Kuat Tekan	0.21	492.451
2	Kuat Tarik Aksial		36.876
3	Kuat tarik lentur		68.310

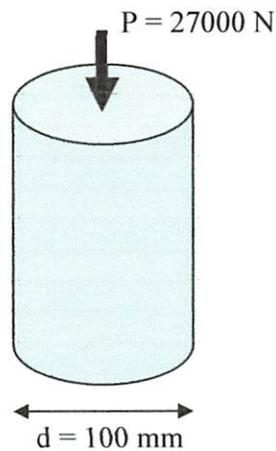
Sumber : Data Hasil Penelitian

5.6 Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Beton

5.6.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Untuk pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder 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 5.10 Pengujian Kuat Tekan Beton

- Perhitungan Tegangan Tekan Beton

- Tegangan Hancur 28 hari

$$\begin{aligned} &= \frac{P}{A} \times F_u \times F_b \\ &= \frac{27000}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 100^2} \times 1 \times 1,04 \\ &= 35,77 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

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

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^n (f'c_i - f'c_r)^2}{n-1}}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terkecil yaitu 25,134 Mpa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tegangan tekan karakteristik beton untuk variasi 0 %, 0,19 %, 0,20 % dan 0,21 % .

Tabel 5.35 Hasil Pengujian Kuat tekan Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 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	3.89	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	3.86	260000	33.12	34.45		1.997		
3	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.75	250000	31.85	33.12		7.497		
4	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.75	190000	24.20	25.17		114.213		
5	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.89	260000	33.12	34.45		1.997		
6	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.87	290000	36.94	38.42		6.561		
7	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.79	270000	34.39	35.77		0.008		
8	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.86	270000	34.39	35.77		0.008		
9	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.72	270000	34.39	35.77		0.008		
10	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.67	280000	35.67	37.10		1.529		
11	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.78	390000	49.68	51.67		249.949		
12	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.54	270000	34.39	35.77		0.008		
13	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.78	260000	33.12	34.45		1.997		
14	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.78	260000	33.12	34.45		1.997		
15	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.88	270000	34.39	35.77		0.008		
								537.89		387.783		

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.36 Hasil Pengujian Kuat tekan Dengan Bahan Tambahan
Variasi 0,19 %

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	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.89	285000	36.31	37.76	38.51	0.564	5.958	28.126
2	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.86	380000	48.41	50.34		140.073		
3	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.75	290000	36.94	38.42		0.008		
4	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.75	300000	38.22	39.75		1.529		
5	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.89	295000	37.58	39.08		0.330		
6	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.87	280000	35.67	37.10		1.997		
7	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.79	180000	22.93	23.85		214.962		
8	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.86	300000	38.22	39.75		1.529		
9	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.72	285000	36.31	37.76		0.564		
10	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.67	300000	38.22	39.75		1.529		
11	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.78	290000	36.94	38.42		0.008		
12	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.54	305000	38.85	40.41		3.606		
13	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.78	295000	37.58	39.08		0.330		
14	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.78	295000	37.58	39.08		0.330		
15	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.88	280000	35.67	37.10		1.997		
								577.63		369.353		

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.37 Hasil Pengujian Kuat tekan Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,2 %

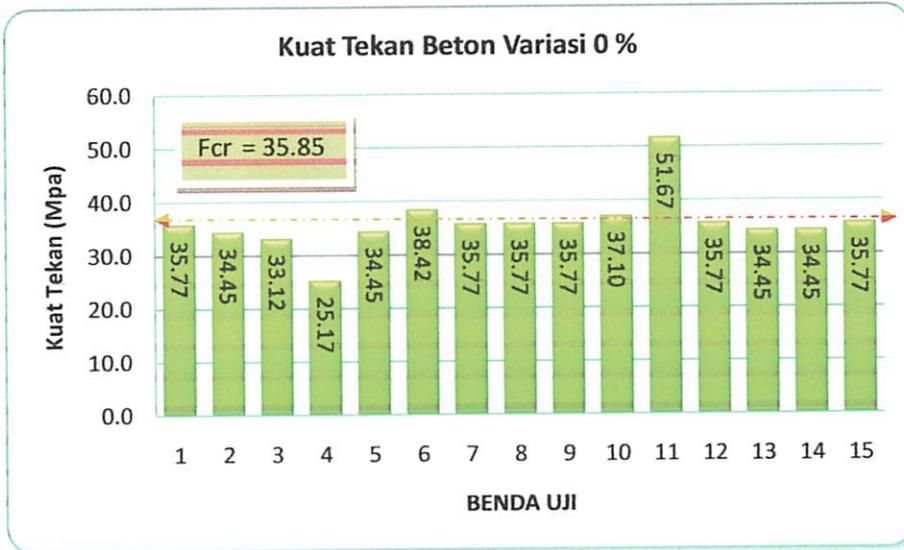
No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan hancur (N)	Teg. Hancur riil (MPa)	Teg. Hancur 28 hari (MPa)	f _{cr} (MPa)	(f _c -f _{cr}) ² (MPa)	s (MPa)	f _c (MPa)
1	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.90	390000	49.68	51.67	38.69	169.718	5.979	28.254
2	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.83	295000	37.58	39.08		0.195		
3	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.87	285000	36.31	37.76		0.780		
4	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.85	305000	38.85	40.41		3.120		
5	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.84	300000	38.22	39.75		1.219		
6	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.75	280000	35.67	37.10		2.389		
7	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.87	305000	38.85	40.41		3.120		
8	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.74	290000	36.94	38.42		0.049		
9	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	4.06	190000	24.20	25.17		181.420		
10	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.96	290000	36.94	38.42		0.049		
11	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.76	280000	35.67	37.10		2.389		
12	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.77	305000	38.85	40.41		3.120		
13	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.89	300000	38.22	39.75		1.219		
14	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.83	280000	35.67	37.10		2.389		
15	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.98	285000	36.31	37.76		0.780		
								580.28		371.957		

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.38 Hasil Pengujian Kuat tekan Dengan Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,21 %

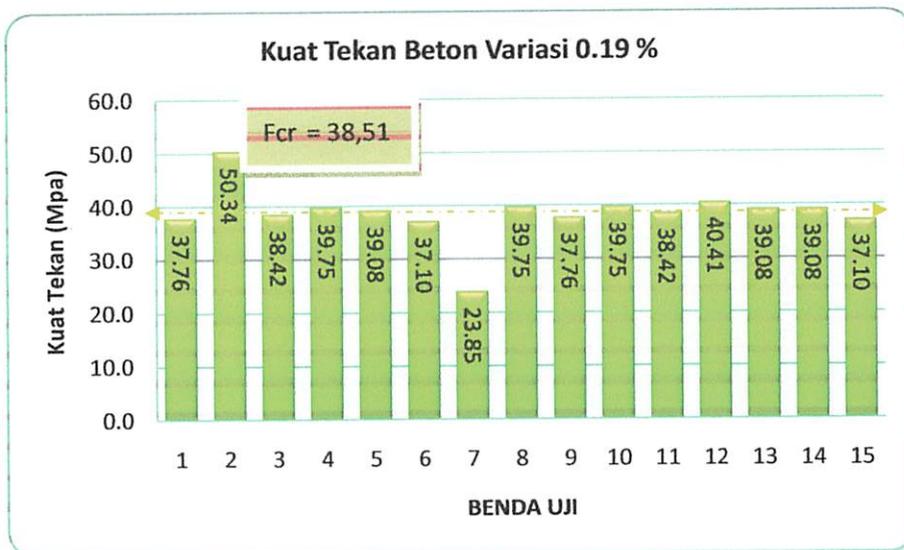
No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan hancur (N)	Teg. Hancur riil (MPa)	Teg. Hancur 28 hari (MPa)	fcr (MPa)	$(f_c - f_{cr})^2$ (MPa)	s (MPa)	f _c (MPa)
1	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.90	285000	36.31	37.76	38.29	0.281	5.868	28.116
2	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.83	375000	47.77	49.68		129.815		
3	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.87	290000	36.94	38.42		0.018		
4	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.85	305000	38.85	40.41		4.493		
5	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.84	290000	36.94	38.42		0.018		
6	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.75	285000	36.31	37.76		0.281		
7	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.87	295000	37.58	39.08		0.632		
8	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.74	180000	22.93	23.85		208.536		
9	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	4.06	280000	35.67	37.10		1.422		
10	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.96	300000	38.22	39.75		2.124		
11	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.76	285000	36.31	37.76		0.281		
12	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.77	285000	36.31	37.76		0.281		
13	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.89	305000	38.85	40.41		4.493		
14	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.83	300000	38.22	39.75		2.124		
15	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3.98	275000	35.03	36.43		3.440		
								574.32		358.237		

Sumber : Data Hasil Penelitian



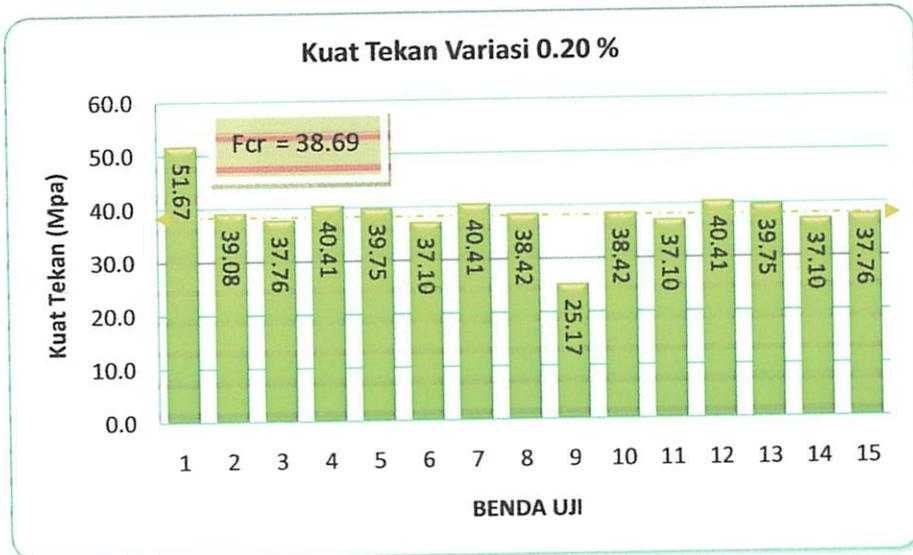
Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.11 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Batu Pecah Gula Pasir 0 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gmabar 5.12 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Batu Pecah Gula Pasir 0,19%



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.13 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Batu Pecah Gula Pasir 0,20 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.14 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Batu Pecah Gula Pasir 0,21%

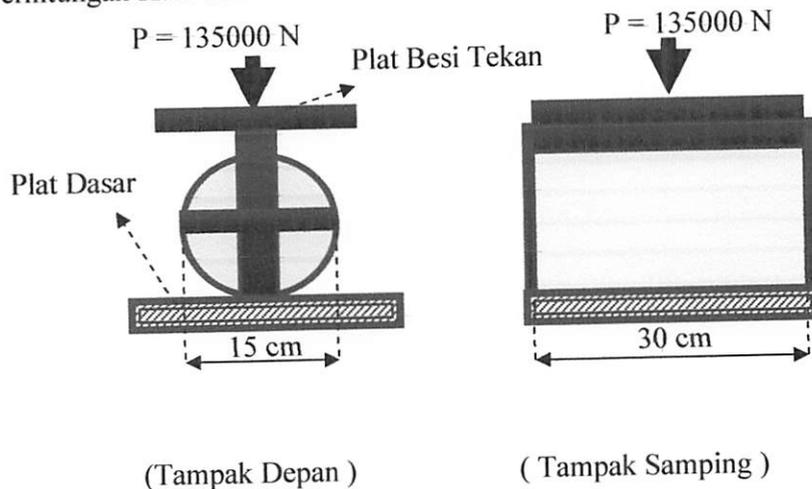
5.6.2 Hasil Pengujian Kuat tarik belah

Untuk pengujian kuat 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, sedangkan untuk keseluruhan tiga perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITNGAN BENDA UJI I

- Perhitungan Kuat tarik belah Beton



Gambar 5.15. Pengujian Kuat Tarik Belah Bton

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%, 0,19%, 0,20% dan 0,21% disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.39 Hasil Pengujian Kuat tarik belah Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0 %

No.	Tanggal Buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata ² Kuat Tarik Belah (MPa)
1	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,69	135000	1,91	1,93
2	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,67	145000	2,05	
3	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,68	130000	1,84	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.40 Hasil Pengujian Kuat tarik belah Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,19 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata ² Kuat Tarik Belah (MPa)
1	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.76	200000	2.831	2.619
2	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	11.89	190000	2.689	
3	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.68	165000	2.335	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.41 Hasil Pengujian Kuat tarik belah Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,20 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata ² Kuat Tarik Belah (MPa)
1	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.41	190000	2.689	2.666
2	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.66	200000	2.831	
3	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.30	175000	2.477	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.42 Hasil Pengujian Kuat tarik belah Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,21 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata ² Kuat Tarik Belah (MPa)
1	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.86	185000	2.619	2.619
2	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	13.02	180000	2.548	
3	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.90	190000	2.689	

Sumber : Data Hasil Penelitian

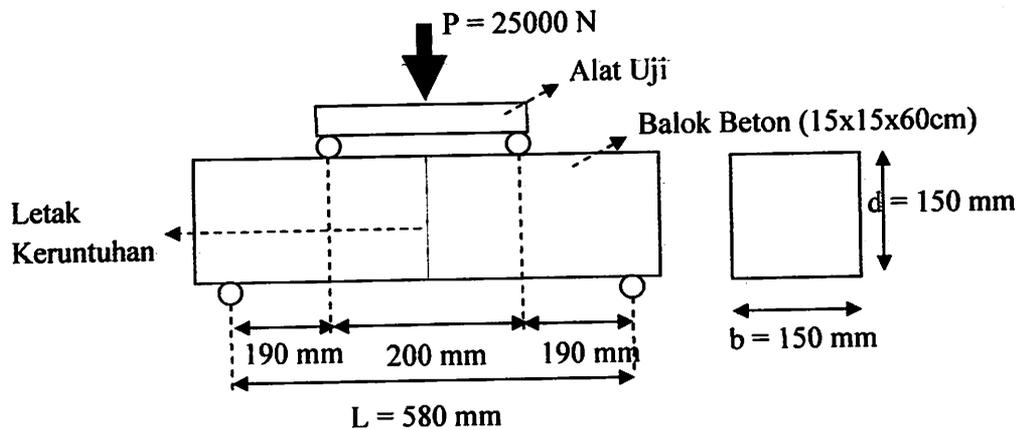
5.6.3 Hasil pengujian Kuat Tarik Lentur Beton

Untuk pengujian kuat 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.

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

- Keruntuhan Terjadi Di Tengah Bentang



Gambar 5.16. Pengujian Tarik Lentur Beton Benda Uji I (Variasi 0%)

Diketahui :

$$P = 25000 \text{ N}$$

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

$$L = 58 \text{ cm} = 580 \text{ mm}$$

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

maka,

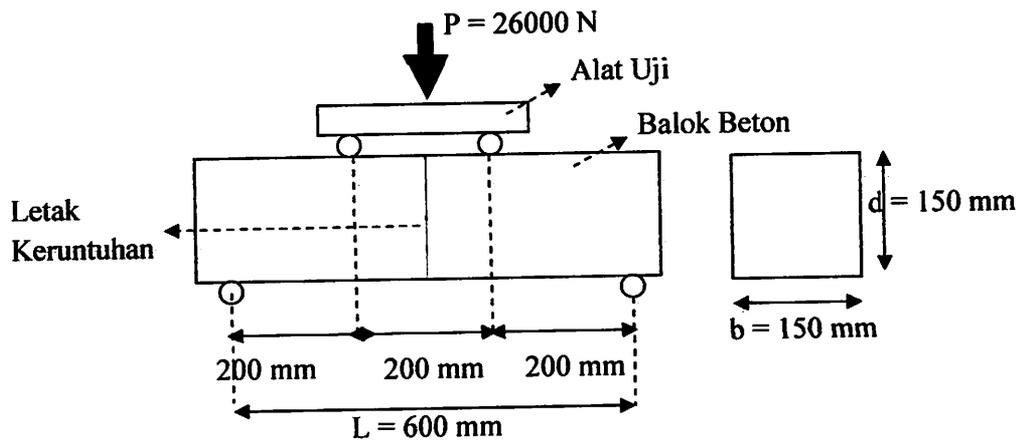
- Perhitungan Kuat Tarik Lentur beton

(persamaan kuat tarik lentur beton untuk keruntuhan ditengah bentang)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tarik Lentur} &= \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{25000 \cdot 570}{150 \cdot 150^2} \\ &= 4,22 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI II

- Keretakan Terjadi Di Tengah Bentang



Gambar 5.17. Pengujian Tarik Lentur Beton Benda Uji II (Variasi 0%)

Diketahui :

$$P = 26000 \text{ N} \qquad b = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

$$L = 60 \text{ cm} = 600 \text{ mm} \qquad d = 15 \text{ cm} = 150 \text{ mm}$$

- Perhitungan Kuat Tarik Lentur beton

(persamaan kuat tarik lentur beton untuk keruntuhan ditengah bentang)

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tarik Lentur} &= \frac{P \cdot L}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{26000 \cdot 600}{150 \cdot 150^2} \end{aligned}$$

$$= 4,62 \text{ Mpa}$$

Dimana :

P = Beban Maksimum (N)

L = Panjang benda uji (mm)

b = Lebar Balok (mm)

d = tinggi balok (mm)

Selanjutnya hasil perhitungan kuat lentur untuk variasi 0%, 0,19%, 0.20% dan 0.21% disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.43 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0 %

No.	Tanggal buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Jenis keruntuhan	L (mm)	Berat (kg)	Tekanan P (KN)	Kuat Tarik Lentur fr (MPa)	Rata ² Kuat Tarik Lentur (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 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,19 %

No.	Tanggal buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Jenis keruntuhan	L (mm)	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Lentur fr (MPa)	Rata ² Kuat Tarik Lentur (MPa)
1	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Tengah Bentang	580	33.38	33000	5.57	5.71
2	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Tengah Bentang	600	33.80	32500	5.78	
3	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Tengah Bentang	600	32.97	32500	5.78	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.45 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,20 %

No.	Tanggal buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Jenis keruntuhan	L (mm)	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Lentur fr (MPa)	Rata ² Kuat Tarik Lentur (MPa)
1	1-Nov-10	29-Nov-10	28	Tengah Bentang	580	33.38	33500	5.66	5.80
2	1-Nov-10	29-Nov-10	28	Tengah Bentang	600	33.80	33500	5.96	
3	1-Nov-10	29-Nov-10	28	Tengah Bentang	600	32.97	32500	5.78	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.46 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,21 %

No.	Tanggal buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Jenis keruntuhan	L (mm)	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Lentur fr (MPa)	Rata ² Kuat Tarik Lentur (MPa)
1	1-Nov-10	29-Nov-10	28	Tengah Bentang	580	33.36	33000	5.57	5.71
2	1-Nov-10	29-Nov-10	28	Tengah Bentang	600	33.80	32000	5.69	
3	1-Nov-10	29-Nov-10	28	Tengah Bentang	600	32.97	33000	5.87	

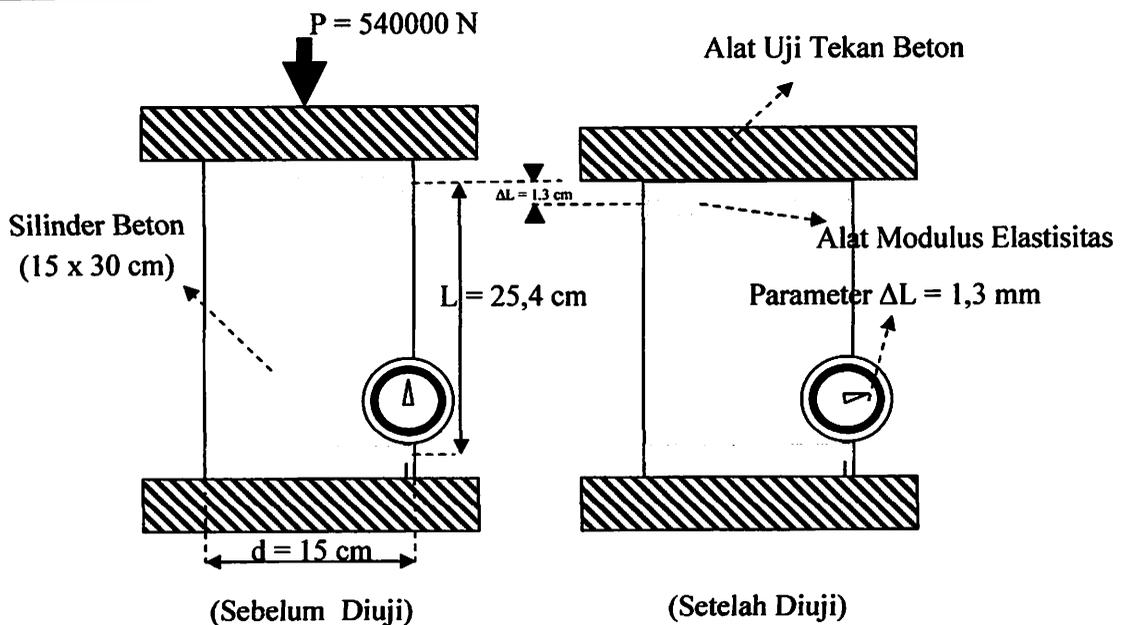
Sumber : Data Hasil Penelitian

5.6.4 Hasil Pengujian 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 4 benda uji.

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 5.17. 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)

$$\begin{aligned}\text{Rengangan Beton} &= \frac{\Delta L}{L \text{ setelah diuji}} \\ &= \frac{1,3}{254} \\ &= 0,006\end{aligned}$$

- 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)

$$\begin{aligned}\text{Modulus Elas Beton} &= \frac{f'_c}{\epsilon} \\ &= \frac{30,57}{0,006} \\ &= 5973,54 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

- 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 (Perbandingan antara perubahan panjang benda uji)

ΔL = Perubahan panjang dari benda uji (mm)

L = Panjang benda uji / tinggi silinder (mm)

f'_c = Kuat Tekan Beton (Mpa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Permukaan benda uji (mm²)

E_c = Modulus Elastisitas (Mpa)

E_t = Modulus Elastisitas Teoritis (Mpa)

Selanjutnya hasil perhitungan Modulus Elastisitas Beton untuk variasi Gula Pasir 0 %, 0,19 %, 0,20 % dan 0,21 % disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.47 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 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 E_c (MPa)
1	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.58	540000	254	1.3	0.005	30.573	5973.54	25987.75	6047.29
2	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.79	520000	254	1.2	0.005	29.441	6231.66	25501.95	
3	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.67	520000	254	1.2	0.005	29.441	6231.66	25501.95	
4	18-Oct-10	15-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.66	520000	254	1.3	0.005	29.441	5752.30	25501.95	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.48 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,19 %

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 E_c (MPa)
1	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.65	570000	254	1.30	0.005	32.27	6305.41	373210.95	6364.26
2	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.67	565000	254	1.26	0.005	31.99	6448.51	377422.32	
3	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	13.00	565000	254	1.27	0.005	31.99	6397.74	375933.47	
4	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.43	570000	254	1.30	0.005	32.27	6305.41	373210.95	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.49 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan
Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,20 %

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 E_c (MPa)
1	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.58	610000	254	1.45	0.006	34.54	6049.83	27620.83	6391.63
2	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.79	585000	254	1.37	0.005	33.12	6140.69	27048.91	
3	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.67	600000	254	1.27	0.005	33.97	6794.06	27393.49	
4	28-Oct-10	25-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.66	595000	254	1.30	0.005	33.69	6581.96	27279.11	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.50 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton Dengan
Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,21 %

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 E_c (MPa)
1	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.67	570000	254	1.30	0.005	32.27	6305.41	26699.87	6368.40
2	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.89	560000	254	1.26	0.005	31.71	6391.44	26464.63	
3	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.63	575000	254	1.30	0.005	32.55	6360.72	26816.72	
4	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 15 x 30	12.76	580000	254	1.30	0.005	32.84	6416.03	26933.06	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.6.5 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.

Contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian Porositas sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data porositas beton batu pecah dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

- Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

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

- 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)
atau jenuh permukaan kering (gr)

W_a = Berat benda uji keadaan kering oven

B_j air = Berat jenis air 1 gr/ml

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

Selanjutnya hasil perhitungan porositas untuk varisasi 0 %, 0,19 % , 0,20 % dan 0,21 % disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.51 Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0 %

No.	Tanggal buat	Tanggal Test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Wssd (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata ² Porositas(%)
1	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4020	3830	12,10	11,89
2	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3900	3720	11,46	
3	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4030	3840	12,10	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.52 Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,19 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Wssd (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata ² Porositas(%)
1	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3565	3409	9,94	9.70
2	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3810	3652	10.06	
3	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3530	3387	9.11	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.53 Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,20 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Wssd (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata ² Porositas(%)
1	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3565	3410	9.87	9.45
2	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3810	3660	9.55	
3	26-Oct-10	23-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3530	3390	8.92	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.54 Hasil Pengujian Porositas Beton Dengan

Bahan Tambahan Gula Pasir Variasi 0,21 %

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Wssd (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Rata ² Porositas (%)
1	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3673	3530	9.11	9.72
2	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3480	3330	9.55	
3	29-Oct-10	26-Nov-10	28	Silinder 10 x 20	3675	3510	10.51	

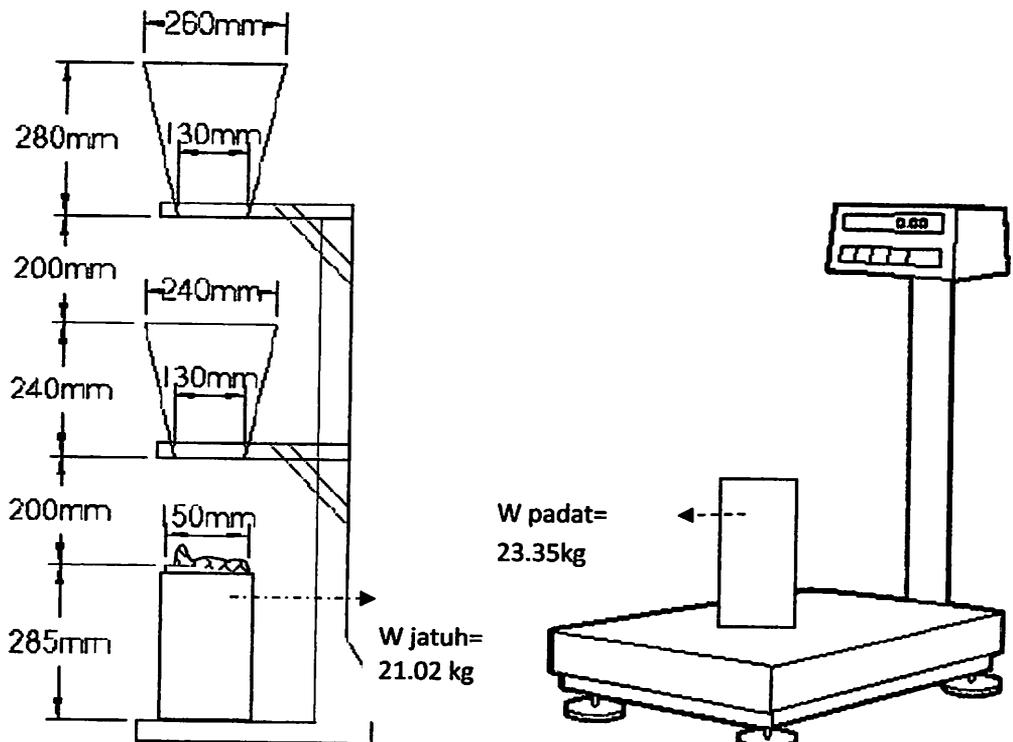
Sumber : Data Hasil Penelitian

5.6.6 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.

- Perhitungan Faktor Kepadatan (Compacting Factor)



Gambar 5.18 Pengujian Porositas

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

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

$$WF = 0,900$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan.....

Tabel 5.55 Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 0 %

No.	Tanggal buat	Nlai Slump(mm)	W jatuh (kg)	W padat (kg)	Workability	Rata-rata WF
1	18-Oct-10	75.00	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 0,19 %

No.	Tanggal buat	Nlai Slump(mm)	W jatuh (kg)	W padat (kg)	Workability	Rata-rata WF
1	26-Oct-10	86.00	21.56	22.84	0.944	0.938
2			21.64	23.21	0.932	
3			22.11	23.58	0.938	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.57 Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 0,20 %

No.	Tanggal buat	Nlai Slump(mm)	W jatuh (kg)	W padat (kg)	Workability	Rata-rata WF
1	28-Oct-10	90.00	21.44	22.33	0.960	0.948
2			21.35	23.44	0.911	
3			21.61	22.23	0.972	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.58 Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 0,21 %

No.	Tanggal buat	Nlai Slump(mm)	W jatuh (kg)	W padat (kg)	Workability	Rata-rata WF
1	29-Oct-10	88.00	21.56	22.79	0.946	0.939
2			21.64	23.21	0.932	
3			22.11	23.58	0.938	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.7 Pengujian Interval Kepercayaan

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

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

5.7.1. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan dengan variasi 0%, 0,19%, 0,2 %, dan 0,21 %.

Tabel 5.59. Data Pengujian Kuat Tekan

NO	Kuat Tekan (Mpa)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	35.77	37.76	51.67	37.76
2	34.45	50.34	39.08	49.68
3	33.12	38.42	37.76	38.42
4	25.17	39.75	40.41	40.41
5	34.45	39.08	39.75	38.42
6	38.42	37.10	37.10	37.76
7	35.77	23.85	40.41	39.08
8	35.77	39.75	38.42	23.85
9	35.77	37.76	25.17	37.10
10	37.10	39.75	38.42	39.75
11	51.67	38.42	37.10	37.76
12	35.77	40.41	40.41	37.76
13	34.45	39.08	39.75	40.41
14	34.45	39.08	37.10	39.75
15	35.77	37.10	37.76	36.43

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 = Simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.60.

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	$< \mu <$	39,2402
0,19	38,38	5,958	0,975	14	2,145	35,2088	$< \mu <$	41,8086
0,20	38,55	5,979	0,975	14	2,145	34,3740	$< \mu <$	41,9967
0,21	38,20	5,868	0,975	14	2,145	35,0381	$< \mu <$	41,5377

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 Kepercayaan

NO	Kuat Tekan (Mpa)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	35.77	37.76	---	37.76
2	34.45	---	39.08	---
3	33.12	38.42	37.76	38.42
4	---	39.75	40.41	40.41
5	34.45	39.08	39.75	38.42
6	38.42	37.10	37.10	37.76
7	35.77	---	40.41	39.08
8	35.77	39.75	38.42	---
9	35.77	37.76	---	37.10
10	37.10	39.75	38.42	39.75
11	---	38.42	37.10	37.76
12	35.77	40.41	40.41	37.76
13	34.45	39.08	39.75	40.41
14	34.45	39.08	37.10	39.75
15	35.77	37.10	37.76	36.43

5.7.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat tarik belah

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah dengan variasi 0%, 0,19%, 0,20%, dan 0,21%.

Tabel 5.62. Data Pengujian Kuat tarik belah

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	1.911	2.831	2.689	2.619
2	2.052	2.689	2.831	2.548
3	1.840	2.335	2.477	2.689

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Belah}}{n} \\ &= \frac{1,911 + 2,052 + 1,840}{3} \\ &= 1,93 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

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

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

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

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

- Dimana :
- X = Nilai rata-rata
 - s = Simpangan baku
 - P = Persentil
 - $t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0.975

Maka interval kepercayaan adalah :

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

$$= 1,93 - \left(4,303x \frac{0,1081}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 1,93 + \left(4,303x \frac{0,1081}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 1,6658 < \mu < 2,2030$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.63.

Tabel 5.63. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah

Variasi (%)	X	S	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
0	1.934	0,1081	0,975	2	4,303	1,6658	< μ <	2,20298
0,19	2.619	0,2551	0,975	2	4,303	1,9846	< μ <	3,2524
0,20	2,666	0,1781	0,975	2	4,303	2,2232	< μ <	3,1081
0,21	2,619	0,0707	0,975	2	4,303	2,4427	< μ <	2,7944

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 Intervak Kepaaccayaan

NO	Kuat Tarik Belah (Mpa)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	1.911	2.831	2.689	2.619
2	2.052	2.689	2.831	2.548
3	1.840	2.335	2.477	2.689

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.7.3. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik lentur dengan variasi 0%, 0,19%, 0,20%, dan 0,21%.

Tabel 5.65. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur

NO	Kuat Tarik Lentur (Mpa)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	4.22	5.57	5.66	5.57
2	4.62	5.78	5.96	5.69
3	4.44	5.78	5.78	5.87

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n} \\
 &= \frac{4,22 + 4,62 + 4,44}{3} \\
 &= 4,43 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$= 0,200411$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Simpangan baku

P = Persentil

$t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0.975

Maka interval kepercayaan adalah :

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

$$= 4,43 - \left(4,303 \cdot x \frac{0,200411}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 4,43 + \left(4,303 \cdot x \frac{0,200411}{\sqrt{3}} \right)$$

$$= 3,931 < \mu < 4,9275$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.66.

Tabel 5.66. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

Variasi (%)	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
0	4.450	0.1632	0.975	2	4.303	4.0489	$< \mu <$	4.8597
0.19	5.740	0.0616	0.975	2	4.303	5.5589	$< \mu <$	5.8952
0.2	5.830	0.1091	0.975	2	4.303	5.5590	$< \mu <$	6.1012
0.21	5.740	0.1081	0.975	2	4.303	5.4736	$< \mu <$	6.0108

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 5.67.

Tabel 5.67 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Kuat Tarik Lentur (Mpa)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	4.22	5.57	5.66	5.57
2	4.62	5.78	5.96	5.69
3	4.44	5.78	5.78	5.87

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.7.4. Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk Modulus Elastisitas dengan variasi 0%, 0,19%, 0,20%, dan 0,21%.

Tabel 5.68. Data Pengujian Modulus Elastisitas

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	5973.54	6305.41	6049.83	6305.41
2	6231.66	6448.51	6140.69	6391.44
3	6231.66	6397.74	6794.06	6360.72
4	5752.30	6194.78	6581.96	6416.03

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Modulus Elastisitas}}{n} \\
 &= \frac{5973.54 + 6231.66 + 6231.66 + 5752.30}{4} \\
 &= 6047.29 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{[(5973.54 - 6047.29)^2 + \dots + (5752.30 - 6047.29)^2]}{4 - 1}} \\
 &= 231.3
 \end{aligned}$$

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

$$dk = n - 1 = 4 - 1 = 3$$

$$t_{0,975} = 3,182$$

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Simpangan baku

P = Persentil

$t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0.975

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 6047.29 - \left(3,182 \times \frac{231,3}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 6047.29 + \left(3,182 \times \frac{231,3}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 5725.841 < \mu < 6368.739
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.69.

Tabel 5.69. Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas

Variasi (%)	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
0	6047.290	231.3000	0.975	3	3.182	5725.8410	$< \mu <$	6368.7390
0.19	6364.260	62.4000	0.975	3	3.182	6264.9830	$< \mu <$	6463.5460
0.2	6391.630	337.5100	0.975	3	3.182	5854.6490	$< \mu <$	6928.6170
0.21	6368.400	47.7000	0.975	3	3.182	6292.5030	$< \mu <$	6444.2940

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.69 maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.70.

Tabel 5.70 Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Modulus Elastisitas (Mpa)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	5973.54	6305.41	6049.83	6305.41
2	6231.66	6448.51	6140.69	6391.44
3	6231.66	6397.74	6794.06	6360.72
4	5752.30	6194.78	6581.96	6416.03

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.7.5. Pengujian Interval Kepercayaan Porositas

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk porositas dengan variasi 0%, 0,19%, 0,20%, dan 0,21%.

Tabel 5.71. Data Pengujian Porositas

NO	Porositas (%)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	12.10	9.87	8.92	9.55
2	10.32	9.55	8.92	8.92
3	12.10	8.92	9.55	9.55

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Jumlah Porositas}}{n} \\ &= \frac{12,10 + 10,32 + 12,10}{3} \\ &= 11,51\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{[(12,10 - 11,51)^2 + (10,32 - 11,51)^2 + (12,10 - 11,51)^2]}{3 - 1}} \\ &= 1,0296 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Simpangan baku

P = Persentil

$t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0.975

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned} &= X - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= 11,51 - \left(4,303 \times \frac{1,0296}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11,51 + \left(4,303 \times \frac{1,0296}{\sqrt{3}} \right) \\ &= 8,9493 < \mu < 14,0654 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.72.

Tabel 5.72. Interval Kepercayaan Porositas

Variasi (%)	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
0	11.510	1.0206	0.975	2	4.303	8.9493	$< \mu <$	14.0604
0.19	9.448	0.3972	0.975	2	4.303	8.4612	$< \mu <$	10.4348
0.2	9.130	0.3003	0.975	2	4.303	8.3836	$< \mu <$	9.8755
0.21	9.342	0.3003	0.975	2	4.303	8.5959	$< \mu <$	10.0878

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sesuai dengan jarak interval kepercayaan pada tabel 5.72, maka data setiap variasi yang memenuhi syarat interval kepercayaan kami sajikan dalam tabel 5.73.

Tabel 5.73 Interval Kepercayaan Porositas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

NO	Porositas (%)			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	12.10	9.87	8.92	9.55
2	10.32	9.55	8.92	8.92
3	12.10	8.92	9.55	9.55

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.7.6. Pengujian Interval Kepercayaan Workabilitas

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk workabilitas dengan variasi 0%, 0,19%, 0,20%, dan 0,21%.

Tabel 5.74 Data Pengujian Workabilitas

NO	Compacting Factor			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	0.900	0.944	0.960	0.942
2	0.899	0.932	0.911	0.932
3	0.901	0.938	0.972	0.938

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 = Simpangan baku

P = Persentil

$t_{0,975}$ = Nilai t pada persentil 0.975

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned} &= X - \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} x \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= 0,900 - \left(4,303 x \frac{0,001}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 0,900 + \left(4,303 x \frac{0,001}{\sqrt{3}} \right) \\ &= 0,898 < \mu < 0,902 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 0,19%, 0,20%, dan 0,21%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.75.

Tabel 5.75 Interval Kepercayaan Workabilitas

Variasi (%)	X	S	P	dk	t _{0,975}	Interval		
0	0.9	0.001	0.975	2	4.303	0.898	<μ<	0.9
0.19	0.94	0.004	0.975	2	4.303	0.926	<μ<	0.95
0.2	0.95	0.026	0.975	2	4.303	0.882	<μ<	1.01
0.21	0.94	0.006	0.975	2	4.303	0.924	<μ<	0.95

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 5.76 Interval Kepercayaan Workabilitas Setelah Penyortiran

NO	Compacting Factor			
	Variasi 0 %	Variasi 0,19 %	Variasi 0,20 %	Variasi 0,21 %
1	0.900	0.944	0.960	0.942
2	0.899	0.932	0.911	0.932
3	0.901	0.938	0.972	0.938

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.8. Pengujian Hipotesis

5.8.1. 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 gula pasir.

Tabel 5.77 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20 %		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	35.771	1279.543	37.758	1425.664	-	-	37.758	1425.664	
2	34.446	1186.517	-	-	39.083	1527.465	-	-	
3	33.121	1097.002	38.420	1476.126	37.758	1425.664	38.420	1476.126	
4	-	-	39.745	1579.683	40.408	1632.778	40.408	1632.778	
5	34.446	1186.517	39.083	1527.465	39.745	1579.683	38.420	1476.126	
6	38.420	1476.126	37.096	1376.079	37.096	1376.079	37.758	1425.664	
7	35.771	1279.543	-	-	40.408	1632.778	39.083	1527.465	
8	35.771	1279.543	39.745	1579.683	38.420	1476.126	-	-	
9	35.771	1279.543	37.758	1425.664	-	-	37.096	1376.079	
10	37.096	1376.079	39.745	1579.683	38.420	1476.126	39.745	1579.683	
11	-	-	38.420	1476.126	37.096	1376.079	37.758	1425.664	
12	35.771	1279.543	40.408	1632.778	40.408	1632.778	37.758	1425.664	
13	34.446	1186.517	39.083	1527.465	39.745	1579.683	40.408	1632.778	
14	34.446	1186.517	39.083	1527.465	37.096	1376.079	39.745	1579.683	
15	35.771	1279.543	37.096	1376.079	37.758	1425.664	36.433	1327.372	
SY	461.04		503.44		503.44		500.79		1968.71
SY ²	16372.53		19509.96		19516.98		19310.74		74710.22
n	13		13		13		13		52

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{ni} Y^2_{ij} \\ &= 16372,53 + 19509,96 + 19516,98 + 19310,74 \\ &= 74710,22\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{1968,71^2}{52} \\ &= 74535,238\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{461,04^2}{13} + \frac{503,44^2}{13} + \frac{503,44^2}{13} + \frac{500,79^2}{13} \right) - 74535,238 \\ &= 99.777\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 74769,46 - 74535,238 - 99.777 \\ &= 75.204\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.78 Analisa Varian Untuk Kuat Tekan

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	74535.23762	74535.23762
Antar Perlakuan	3	99.77654266	33.25884755
Dalam Perlakuan	48	75.20369995	1.566743749
Jumlah	52		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{33,25885}{1,566744} = 21.22801$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 52) = 2,784, Jadi nilai F *hitung* 21.22801 > F tabel = 2,784. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi gula pasir terhadap nilai kuat tekan.

5.8.2. 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 gula pasir.

Tabel 5.79 Data Hasil Pengujian Kuat tarik belah Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20 %		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	1.91	3.65	2.831	8.01	2.69	7.23	2.62	6.86	
2	2.05	4.21	2.689	7.23	2.62	6.86	2.69	7.23	
3	1.84	3.39	2.335	5.45	2.69	7.23	2.55	6.49	
SY	5.80		7.86		8.00		7.86		29.51
SY ²	11.25		20.70		21.32		20.58		73.85
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 11,25 + 20,70 + 21,32 + 20,58 \\ &= 73,85\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{29,51^2}{12} \\ &= 72.5783\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{5,80^2}{3} + \frac{7,86^2}{3} + \frac{8,00^2}{3} + \frac{7,86^2}{3} \right) - 72.5783 \\ &= 1,1064815\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 73,85 - 72.5783 - 1,1064815 \\ &= 0,1669\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.80 Analisa Varian Untuk Kuat tarik belah

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	72.578258	72.578258
Antar Perlakuan	3	1.106481502	0.368827167
Dalam Perlakuan	8	0.166953075	0.020869134
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{0,3688}{0,02087} = 17.673$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 17.673 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tarik belah.

5.8.3. 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 gula pasir.

Tabel 5.81 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20 %		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	4.42	19.54	5.57	31.02	5.66	32.04	5.57	31.02	
2	4.62	21.36	5.78	33.41	5.96	35.52	5.69	32.38	
3	4.44	19.75	5.78	33.41	5.78	33.41	5.87	34.46	
SY	13.49		17.13		17.40		17.13		65.15
SY ²	60.65		97.84		100.97		97.86		357.32
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y^2_{ij} \\ &= 60,65 + 97,84 + 100,97 + 97,86 \\ &= 357,32\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{65,15^2}{12} \\ &= 353,674\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{13,49^2}{13} + \frac{17,13^2}{13} + \frac{17,40^2}{13} + \frac{17,13^2}{13} \right) - 353,674 \\ &= 3,5006\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 357,32 - 353,674 - 3,5006 \\ &= 0,144965\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.82 Analisa Varian Untuk Kuat tarik lentur Beton

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	353.6740148	353.6740148
Antar Perlakuan	3	3.500644444	1.166881481
Dalam Perlakuan	8	0.144965432	0.018120679
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{1,166881}{0,018121} = 64.3950$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F *hitung* 64.3950 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tarik lentur beton.

5.8.4. Pengujian Hipotesis 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 gula pasir.

Tabel 5.83 Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20 %		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	5973.54	35683208.58	6305.41	39758142.89	6049.83	36600477.31	6305.41	39758142.89	
2	6231.66	38833566.54	6448.51	41583294.01	6140.69	37708015.89	6391.44	40850563.09	
3	6231.66	38833566.54	6397.74	40931017.16	6794.06	46159186.08	6360.72	40458713.43	
4	5752.30	33088956.10	6305.41	39758142.89	6581.96	43322180.79	6416.03	41165402.49	
SY	24189.16		25457.06		25566.53		25473.59		100686.34
SY ²	146439297.76		162030596.96		163789860.06		162232821.91		634492576.69
n	4		4		4		4		16

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{ni} Y^2_{ij} \\ &= 146439297.76 + 162030596.96 + 163789860.06 + 162232821.91 \\ &= 634492576.69\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{100686.34^2}{16} \\ &= 633608730.8\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{24189.16^2}{4} + \frac{25457.06^2}{4} + \frac{25566.53^2}{4} + \frac{25473.59^2}{4} \right) - 633608730.8 \\ &= 323461.9104\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 885031706 - 633608730.8 - 323461.9104 \\ &= 560383.9406\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.84 Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	633608730.8	633608730.8
Antar Perlakuan	3	323461.9104	157820.6
Dalam Perlakuan	12	560383.9406	46698.66172
Jumlah	16		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{157820.6}{746698.66} = 3.3795$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 16) = 3,24. Jadi nilai F hitung 3.3795 > F tabel = 3,24. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap Modulus Elastisitas beton.

5.8.5. 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 gula pasir.

Tabel 5.85 Data Hasil Pengujian Porositas Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20 %		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	12.10	146.46	9.94	98.73	9.30	86.48	9.11	82.96	
2	11.46	131.45	10.06	101.28	9.24	85.30	9.55	91.28	
3	12.10	146.46	9.11	82.96	10.38	107.79	10.51	110.45	
SY	35.67		29.11		28.92		29.17		122.87
SY ²	424.36		282.97		279.57		284.69		1271.59
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 424,36 + 282,97 + 279,57 + 284,69 \\ &= 1271,59\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{122,87^2}{12} \\ &= 1258,009\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{35,67^2}{3} + \frac{29,11^2}{3} + \frac{28,92^2}{3} + \frac{29,17^2}{3} \right) - 1258,009 \\ &= 10,91153123\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 1271,59 - 1258,009 - 10,91153123 \\ &= 2,664070212\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.86 Analisa Varian Untuk Porositas

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	1258,009453	1258,009453
Antar Perlakuan	3	10,91153123	3,637177077
Dalam Perlakuan	8	2,664070212	0,333008777
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{3,637177077}{0,333008777} = 10,92217$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung $10,92217 > F \text{ tabel} = 3,49$. Dengan demikian H_a *diterima* H_0 ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap Porositas.

5.8.6 Pengujian Hipotesis Workabilitas

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 gula pasir.

Tabel 5.87 Data Hasil Pengujian Wokabilitas Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 0,19 %		Variasi 0,20%		Variasi 0,21 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	0,90	0,81	0,92	0,84	0,95	0,90	0,94	0,89	
2	0,90	0,81	0,94	0,89	0,92	0,85	0,93	0,87	
3	0,90	0,81	0,94	0,88	0,95	0,90	0,94	0,88	
SY	2,70		2,80		2,82		2,81		11,12
SY ²	2,43		2,61		2,64		2,64		10,32
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 2,43 + 2,61 + 2,64 + 2,64 \\ &= 10,32\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{11,12^2}{12} \\ &= 10,31352187\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{2,70^2}{3} + \frac{2,80^2}{3} + \frac{2,82^2}{3} + \frac{2,81^2}{3} \right) - 10,31352187 \\ &= 0,00292588\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 10,32 - 10,31352187 - 0,00292588 \\ &= 0,00074492\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.88 Analisa Varian Untuk Wokabilitas

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	10,31352187	10,31352187
Antar Perlakuan	3	0,00292588	0,000975293
Dalam Perlakuan	8	0,00074492	9,3115E-05
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{0,000975293}{9,3115E-05} = 10,47407245$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 10,47407245 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap Wokabilitas.

5.9. 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 Ajeng Cahyanita dan Raina Triyuliani.

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 :

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

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

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

5.9.1. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan

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

Tabel 5.89 Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan

KUAT TEKAN								
No.	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	25.134	0	0	0	0	0	631.718
2	0.16	27.561	0.0256	0.0041	0.00066	4.40976	0.70556	759.609
3	0.17	27.586	0.0289	0.00491	0.00084	4.68962	0.79724	760.987
4	0.18	27.682	0.0324	0.00583	0.00105	4.98276	0.8969	766.293
5	0.19	28.126	0.0361	0.00686	0.0013	5.34396	1.01535	791.078
6	0.2	28.254	0.04	0.008	0.0016	5.65089	1.13018	798.314
7	0.21	28.116	0.0441	0.00926	0.00194	5.90432	1.23991	790.498
8	0.22	27.945	0.0484	0.01065	0.00234	6.14784	1.35253	780.909
9	0.23	27.741	0.0529	0.01217	0.0028	6.3805	1.46752	769.581
10	0.24	27.526	0.0576	0.01382	0.00332	6.60615	1.58548	757.661
Total	1.8	275.671	0.366	0.076	0.016	50.116	10.191	7606.648

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.89, maka di dapat persamaan :

$$275.671 = 10a + 1,8b + 0,366c$$

$$50.116 = 1,8a + 0,366b + 0,075c$$

$$10.191 = 0,366a + 0,075b + 0,015c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 25.10$$

$$b = 27.22$$

$$c = -66.69$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -66.69x^2 + 27.22x + 25.10$$

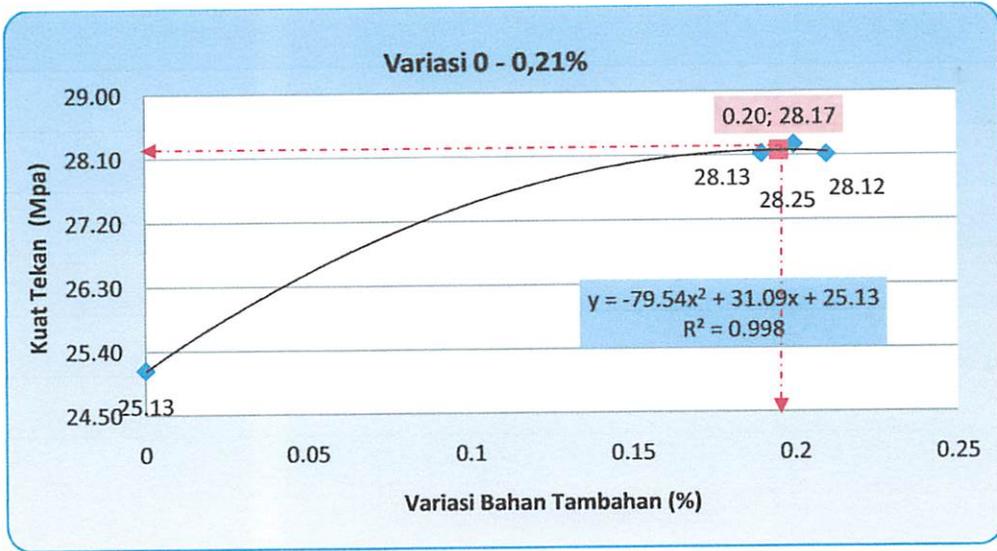
Mencari koefisien determinasi (R²) :

$$\begin{aligned}
 JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
 &= \left\{ 27.22 \left(50.116 - \frac{275.671 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ -66.69 \left(10.191 - \frac{0,366 * 275.671}{10} \right) \right\} \\
 &= 6.733
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
 &= 7606.648 - \frac{(275.671)^2}{10} \\
 &= 7.194
 \end{aligned}$$

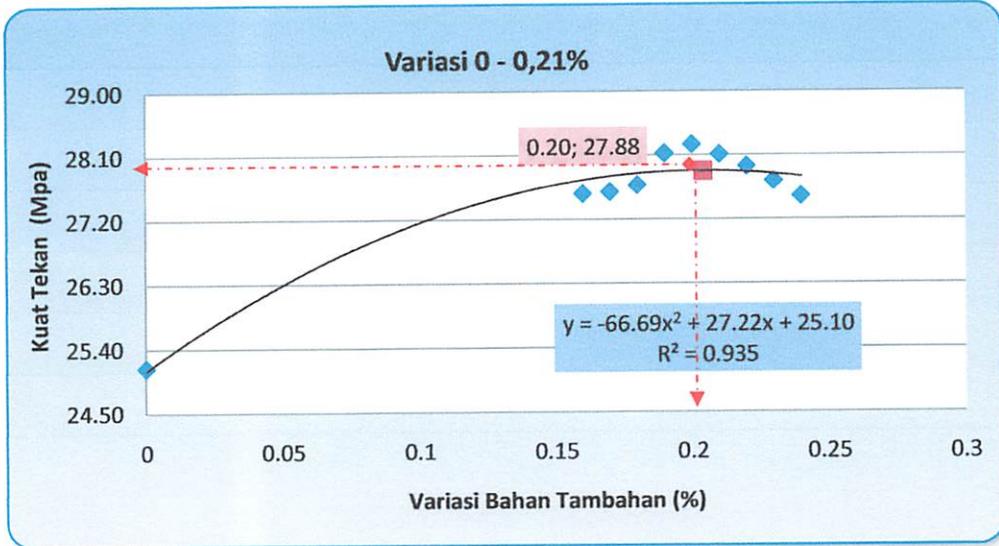
$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
 &= \frac{6.733}{7.194} \\
 &= 0,935
 \end{aligned}$$

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* gula pasir dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tekan menghasilkan persamaan $Y = -66.69x^2 + 27.22x + 25.10$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,935. Hal ini berarti 93,5 % 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.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar.5.19 Grafik Regresi Kuat Tekan
 Untuk Variasi 0 – 0.21 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar .5.20 Grafik Regresi Kuat Tekan
 Untuk Variasi 0 – 0.24 %

5.9.2. Analisa Regresi Untuk Kuat tarik belah

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

Tabel 5.90 Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat tarik belah

KUAT TARIK BELAH								
No.	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	1.934	0	0	0	0	0	3.7249
2	0.16	2.501	0.0256	0.0041	0.00066	0.40009	0.06402	6.2529
3	0.17	2.524	0.0289	0.00491	0.00084	0.42911	0.07295	6.3715
4	0.18	2.524	0.0324	0.00583	0.00105	0.45435	0.08178	6.3715
5	0.19	2.619	0.0361	0.00686	0.0013	0.49752	0.09453	6.8568
6	0.2	2.666	0.04	0.008	0.0016	0.53314	0.10663	7.1061
7	0.21	2.619	0.0441	0.00926	0.00194	0.54999	0.1155	6.8592
8	0.22	2.571	0.0484	0.01065	0.00234	0.5657	0.12445	6.6119
9	0.23	2.548	0.0529	0.01217	0.0028	0.58599	0.13478	6.4911
10	0.24	2.501	0.0576	0.01382	0.00332	0.60014	0.14403	6.2529
Total	1.8	25.002	0.366	0.076	0.016	4.616	0.939	62.8988

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.90, maka di dapat persamaan :

$$25.002 = 9a + 1,8b + 0,366c$$

$$4.616 = 1,8a + 0,366b + 0,075c$$

$$0,939 = 0,366a + 0,075b + 0,015c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 1,924$$

$$b = 6.395$$

$$c = -15.73$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -15.73x^2 + 6.395x + 1,924$$

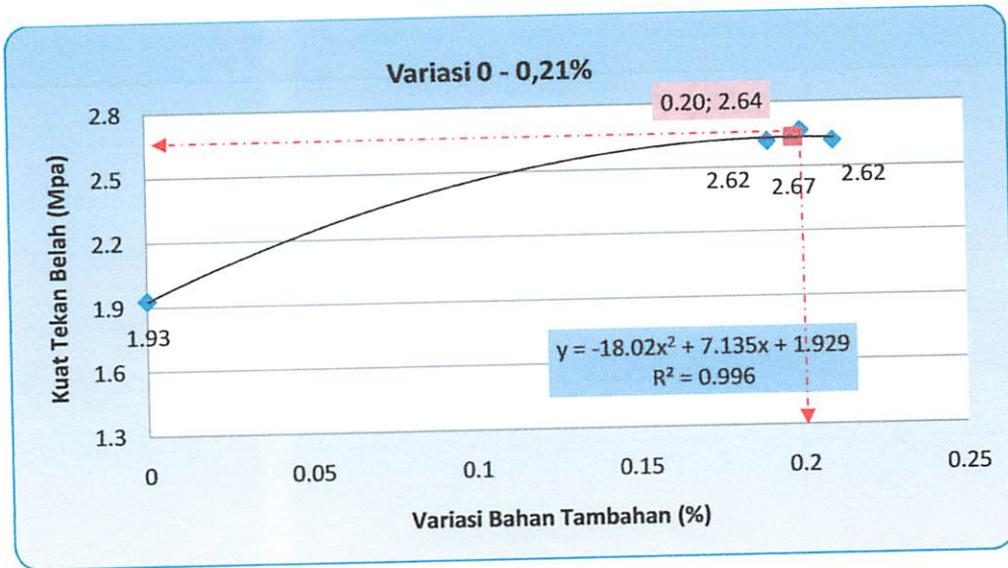
Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned}
JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
&= \left\{ 6.395 \left(4,616 - \frac{25.002 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ -15.73 \left(0,939 - \frac{0,366 * 25.002}{10} \right) \right\} \\
&= 0,369
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
&= 62.898 - 8 \frac{(25.002)^2}{10} \\
&= 0,389
\end{aligned}$$

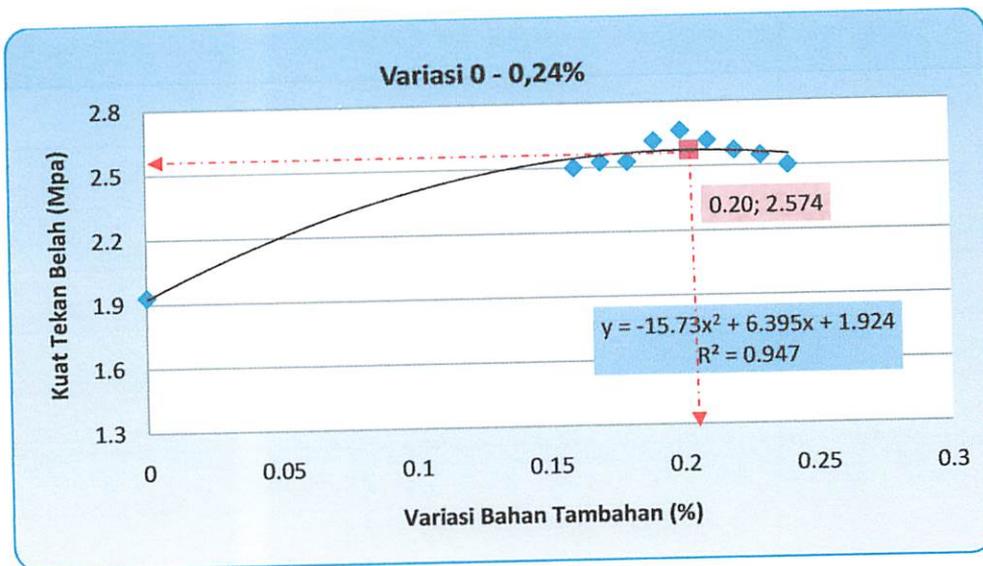
$$\begin{aligned}
R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
&= \frac{0,369}{0,389} \\
&= 0,947
\end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tarik belah* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan* gula pasir dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tarik belah menghasilkan persamaan $Y = -15,73x^2 + 6,395x + 1,924$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,947. Hal ini berarti 94,7 % perubahan dari pada nilai kuat tarik belah dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.21 Grafik Regresi Kuat tarik belah
Untuk Variasi 0-0.21 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.22 Grafik Regresi Kuat tarik belah
Untuk Variasi 0-0.24 %

5.9.3. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur

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

Tabel 5.91 Regresi Kuat Tarik Lentur

KUAT TARIK LENTUR								
No.	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	4.43	0	0	0	0	0	19.6249
2	0.16	5.59	0.0256	0.0041	0.0006554	0.8944	0.1431	31.2481
3	0.17	5.62	0.0289	0.00491	0.0008352	0.9554	0.16242	31.5844
4	0.18	5.62	0.0324	0.00583	0.0010498	1.0116	0.18209	31.5844
5	0.19	5.71	0.0361	0.00686	0.0013032	1.0849	0.20613	32.6041
6	0.2	5.80	0.04	0.008	0.0016	1.16	0.232	33.64
7	0.21	5.71	0.0441	0.00926	0.0019448	1.1991	0.25181	32.6041
8	0.22	5.68	0.0484	0.01065	0.0023426	1.2496	0.27491	32.2624
9	0.23	5.65	0.0529	0.01217	0.0027984	1.2995	0.29889	31.9225
10	0.24	5.57	0.0576	0.01382	0.0033178	1.3368	0.32083	31.0249
Total	1.8	55.380	0.366	0.076	0.016	10.191	2.072	308.100

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.91, maka di dapat persamaan :

$$55.380 = 9a + 1,8b + 0,366c$$

$$10,191 = 1,8a + 0,366b + 0,075c$$

$$2,072 = 0,366a + 0,075b + 0,015c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 4,424$$

$$b = 12.53$$

$$c = -31.25$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -31.25x^2 + 12.53x + 4,424$$

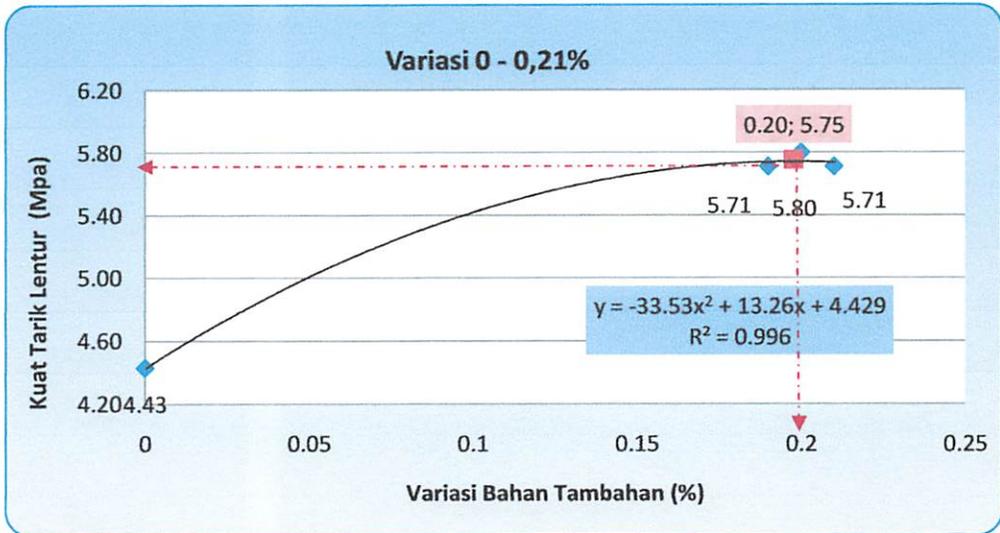
Mencari koefisien determinasi (R²) :

$$\begin{aligned}
JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
&= \left\{ 12.53 \left(10,191 - \frac{55.380 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ -31.25 \left(2,072 - \frac{0,366 * 55.380}{10} \right) \right\} \\
&= 1,378
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
&= 308.100 - \frac{(55.380)^2}{10} \\
&= 1,405
\end{aligned}$$

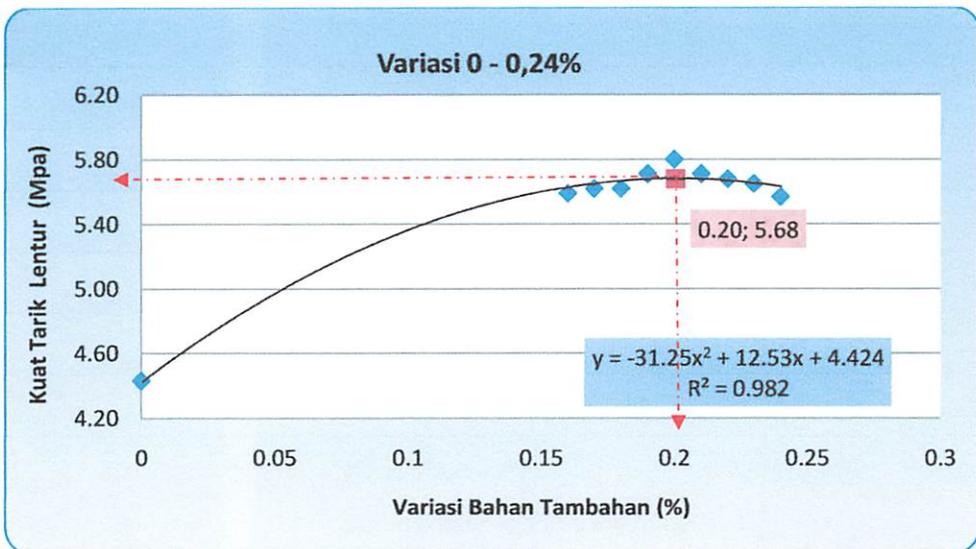
$$\begin{aligned}
R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
&= \frac{1,378}{1,405} \\
&= 0,982
\end{aligned}$$

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* gula pasir dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tarik lentur menghasilkan persamaan $Y = -31.25x^2 + 12,53x + 4,424$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,982. Hal ini berarti 98,2 % perubahan dari pada nilai kuat tarik lentur dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.23 Grafik Regresi Kuat Tarik Lentur
Untuk Variasi 0 – 0.21 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.24 Grafik Regresi Kuat Tarik Lentur
Untuk Variasi 0 – 0.24 %

5.9.4. Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas

Sebagai contoh, di bawah ini diambil data Modulus Elastisitas untuk diuji dengan regresi.

Table 5.92 Regresi Modulus Elastisitas

MODULUS ELASTISITAS								
No.	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	6047.290	0	0	0	0	0	36569716
2	0.16	6329.160	0.0256	0.0041	0.00066	1012.67	162.026	40058266
3	0.17	6330.940	0.0289	0.00491	0.00084	1076.26	182.964	40080801
4	0.18	6337.680	0.0324	0.00583	0.00105	1140.78	205.341	40166188
5	0.19	6364.265	0.0361	0.00686	0.0013	1209.21	229.75	40503863
6	0.2	6391.633	0.04	0.008	0.0016	1278.33	255.665	40852973
7	0.21	6368.398	0.0441	0.00926	0.00194	1337.36	280.846	40556499
8	0.22	6353.526	0.0484	0.01065	0.00234	1397.78	307.511	40367293
9	0.23	6345.875	0.0529	0.01217	0.0028	1459.55	335.697	40270130
10	0.24	6316.745	0.0576	0.01382	0.00332	1516.02	363.845	39901267
Total	1.8	63185.5	0.366	0.0756	0.01585	11428	2323.65	399326995

Dari Tabel 5.92, maka di dapat persamaan :

$$63185.5 = 9a + 1,8b + 0,366c$$

$$11428 = 1,8a + 0,366b + 0,075c$$

$$2323.65 = 0,366a + 0,075b + 0,015c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 6045$$

$$b = 3100$$

$$c = -7781$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -7781x^2 + 3100x + 6045$$

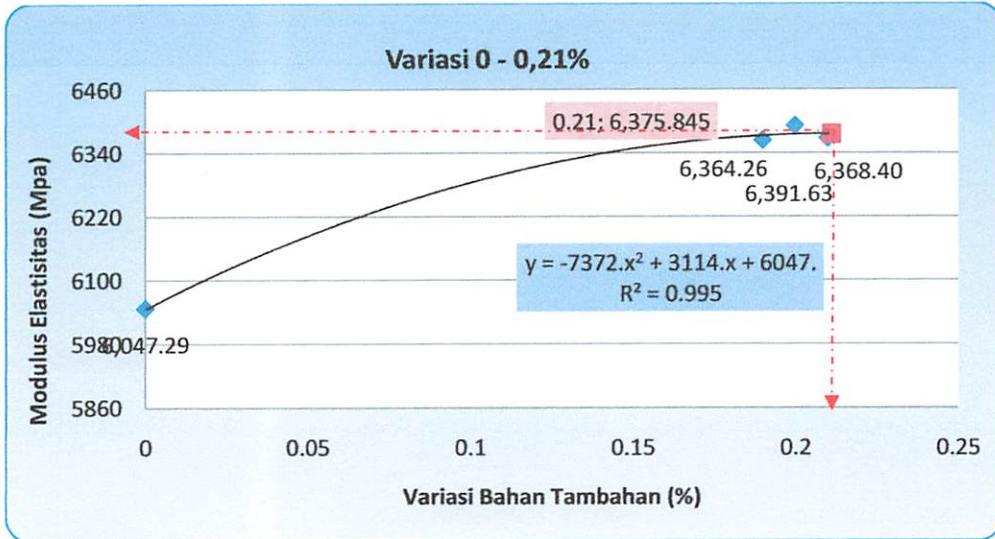
Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned}
JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
&= \left\{ 3100 \left(11428 - \frac{63185.5 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ -7781 \left(2323.65 - \frac{0,366 * 63185.5}{10} \right) \right\} \\
&= 83120.33
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
&= 399326995 - \frac{(63185.5)^2}{10} \\
&= 86103.07
\end{aligned}$$

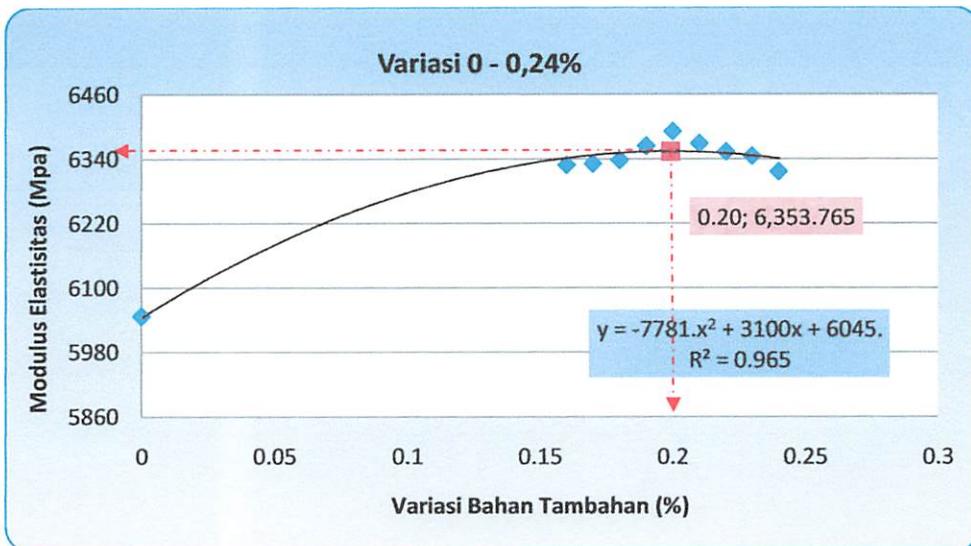
$$\begin{aligned}
R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
&= \frac{83120.33}{86103.07} \\
&= 0,965
\end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *Modulus Elastisitas* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan* gula pasir dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk Modulus Elastisitas menghasilkan persamaan $Y = -7781x^2 + 3100x + 6045$, dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,965. Hal ini berarti 96,5 % perubahan dari pada nilai modulus elastisitas dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.25 Grafik Regresi Modulus Elastisitas
Untuk Variasi 0 -0.21 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.26 Grafik Regresi Modulus Elastisitas
Untuk Variasi 0 – 0.24 %

5.9.5. Analisa Regresi Untuk Porositas

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

Tabel 5.93 Tabel Regresi Porositas

POROSITAS								
Notasi	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
0	0	11.89	0.000	0.000	0.000	0,000	0,000	141.372
G1	0.16	9.958	0.026	0.004	0.001	1.59321	0.25491	99.153
G2	0.17	9.894	0.029	0.005	0.001	1.68195	0.28593	97.888
G3	0.18	9.873	0.032	0.006	0.001	1.77707	0.31987	97.468
G4	0.19	9.703	0.036	0.007	0.001	1.84352	0.35027	94.144
G5	0.2	9.639	0.040	0.008	0.002	1.92781	0.38556	92.912
G6	0.21	9.724	0.044	0.009	0.002	2.04204	0.42883	94.556
G7	0.22	9.745	0.048	0.011	0.002	2.14395	0.47167	94.969
G8	0.23	9.830	0.053	0.012	0.003	2.26093	0.52001	96.632
G9	0.24	10.021	0.058	0.014	0.003	2.4051	0.57722	100.425
Total	1.8	100.276	0.366	0.0756	0.01585	17.6756	3.59428	1009.52

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.93, maka di dapat persamaan :

$$100,276 = 9a + 1,8b + 0,366c$$

$$17,6756 = 1,8a + 0,366b + 0,075c$$

$$3,59428 = 0,366a + 0,075b + 0,015c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 11,90$$

$$b = -21,23$$

$$c = 53,27$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = 53,27x^2 - 21,23x + 11,90$$

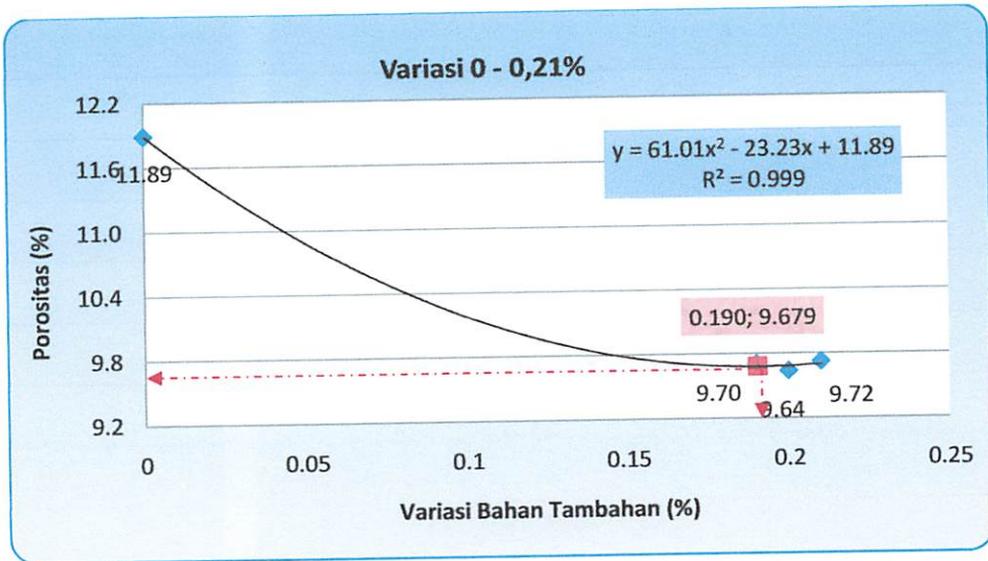
Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left\{ b \left(\Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\Sigma x^2 y - \frac{(\Sigma x^2)(\Sigma y)}{n} \right) \right\} \\ &= \left\{ -21,23 \left(17,6756 - \frac{100,276 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ 53,27 \left(\frac{0,366 * 100,276}{10} \right) \right\} \\ &= 3,904055 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \\ &= 1009, - \frac{(100,276)^2}{10} \\ &= 3,983 \end{aligned}$$

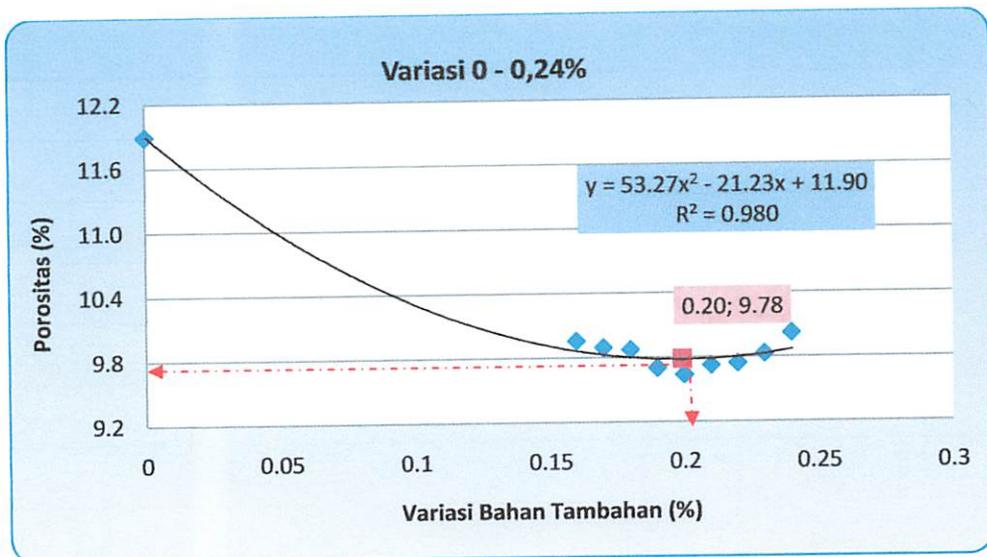
$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{3,9040}{3,983} \\ &= 0,980 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *Porositas* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan* gula pasir dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk Porositas menghasilkan persamaan $Y = 53,27x^2 - 21,23x + 11,90$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,980. Hal ini berarti 98 % perubahan dari pada nilai porositas dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.27 Grafik Regresi Porositas
Untuk Variasi 0 – 0.21 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.28 Grafik Regresi Porositas
Untuk Variasi 0 – 0.24 %

5.9.6. Analisa Regresi Untuk Wokabilitas

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

Tabel 5.94 Tabel Regresi Workabilitas

COMPACTING FACTOR								
No.	X	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	0.900	0	0	0	0	0	0.81
2	0.16	0.934	0.0256	0.0041	0.00066	0.14944	0.02391	0.87236
3	0.17	0.935	0.0289	0.00491	0.00084	0.15895	0.02702	0.87423
4	0.18	0.935	0.0324	0.00583	0.00105	0.1683	0.03029	0.87423
5	0.19	0.938	0.0361	0.00686	0.0013	0.17822	0.03386	0.87984
6	0.2	0.941	0.04	0.008	0.0016	0.1882	0.03764	0.88548
7	0.21	0.938	0.0441	0.00926	0.00194	0.19698	0.04137	0.87984
8	0.22	0.936	0.0484	0.01065	0.00234	0.20592	0.0453	0.8761
9	0.23	0.935	0.0529	0.01217	0.0028	0.21505	0.04946	0.87423
10	0.24	0.932	0.0576	0.01382	0.00332	0.22368	0.05368	0.86862
Total	1.8	9.324	0.366	0.0756	0.01585	1.68474	0.34254	8.69492

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel 5.94 maka di dapat persamaan :

$$9,332 = 9a + 1,8b + 0,366c$$

$$1,68474 = 1,8a + 0,366b + 0,075c$$

$$0,34254 = 0,366a + 0,075b + 0,015c$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 0,899$$

$$b = 0,386$$

$$c = -1,007$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -1.007x^2 + 0,386x + 0,899$$

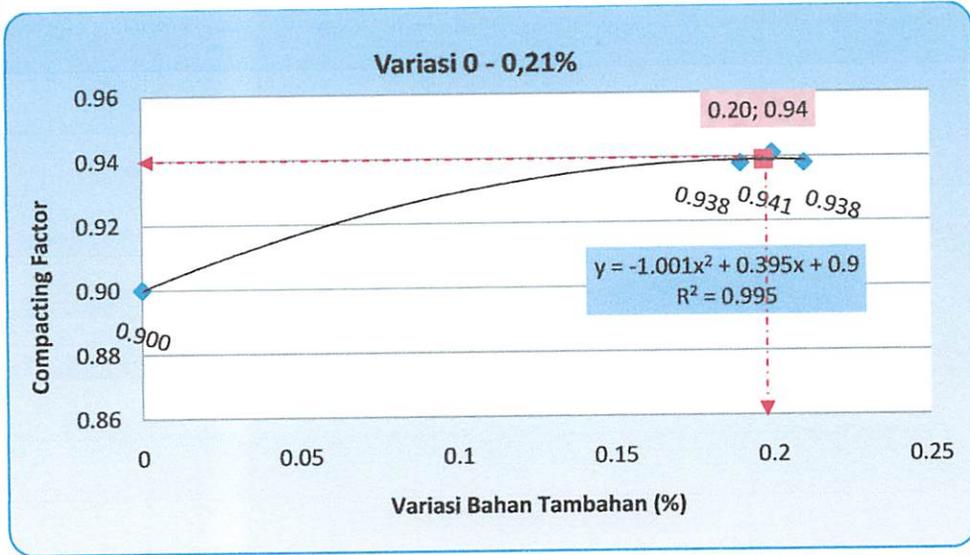
Mencari koefisien determinasi (R²) :

$$\begin{aligned}
JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
&= \left\{ 0,386 \left(1,68474 - \frac{9,324 * 1,8}{10} \right) \right\} + \left\{ -1,007 \left(0,34254 - \frac{0,366 * 9,324}{10} \right) \right\} \\
&= 0,001187
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
&= 8,69492 - \frac{(9,324)^2}{10} \\
&= 0,001222
\end{aligned}$$

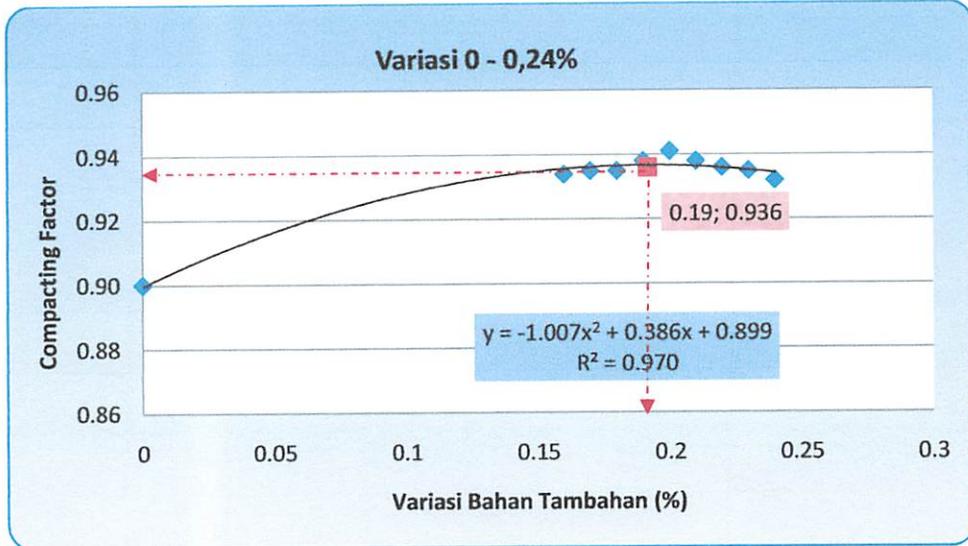
$$\begin{aligned}
R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
&= \frac{0,001187}{0,001222} \\
&= 0,970
\end{aligned}$$

Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *wokabilitas* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan* gula pasir dari variasi 0 % sampai 0,24 % sebagai variabel terikat, untuk *Wokabilitas* menghasilkan persamaan $Y = -1,007x^2 - 0,386x + 0,899$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,97. Hal ini berarti 97 % perubahan dari pada nilai *wokabilitas* dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadrat polinier.



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.29 Grafik Regresi Wokabilitas
 Untuk Variasi 0-0,21 %



Sumber : Data Hasil Penelitian

Gambar 5.30 Grafik Regresi Wokabilitas
 Untuk Variasi 0-0.24 %

5.10. Nilai Variasi Optimum Campuran

5.10.1. Variasi 0 –0,21 %

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 – 0,21 %.

- Persamaan Kuat Tekan Beton :

$$Y = -79.54x^2 + 31.091x + 25.13$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-79.54)x + 31.091 = 0$$

$$-159.08x + 31.091 = 0$$

$$x = \frac{31.091}{159.08}$$

$$x = 0,20$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi $x = 0,2$

$$Y = -159.08(0,2)^2 + 31.091(0,2) + 25.13$$

$$Y = 28.168$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum pada variasi 0,20% (variasi 0-0,21%) sebesar 28.168 Mpa.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

Tabel 5.95. Variasi Optimum dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-0,21%)

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum
1	Kuat Tekan	0,20	28.168 Mpa
2	Kuat tarik belah	0,20	2,635 Mpa
3	Kuat tarik lentur	0.20	5,7538 Mpa
4	Modulus Elastisitas	0.21	6375.845 Mpa
5	Porositas	0.19	9.678%
6	Workabilitas	0,20	0,939

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.96. Variasi Dominan dan Nilai Optimum Dominan
(Untuk Variasi 0-0,21%)

No	Keterangan	Variasi Dominan (%)	Nilai Optimum Dominan
1	Kuat Tekan	0,20	28.168 Mpa
2	Kuat tarik belah		2.632 Mpa
3	Kuat tarik lentur		5,7479 Mpa
4	Modulus Elastisitas		6375.845 Mpa
5	Porositas		9.705%
6	Workabilitas		0,938

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.10.2. Variasi 0 – 0,24 %

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 – 0,24 %.

- Persamaan Kuat Tekan Beton :

$$Y = -66.69x^2 + 27.22x + 25.10$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-66.69)x + 27.22 = 0$$

$$-133.38x + 27.22 = 0$$

$$x = \frac{27.22}{133.38}$$

$$x = 0.20$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi x = 0.2

$$Y = -66.69(0,2)^2 + 27.22(0,2) + 25.10$$

$$Y = 27.877$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum pada variasi 0,20 % (variasi 0-0,24%) sebesar 27.877 Mpa.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

Tabel 5.97. Variasi Optimum dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-0,24%)

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum
1	Kuat Tekan	0,20	27.877 Mpa
2	Kuat tarik belah	0,20	2,574 Mpa
3	Kuat tarik lentur	0.20	5,680 Mpa
4	Modulus Elastisitas	0.20	6353.765 Mpa
5	Porositas	0,20	9.785 %
6	Workabilitas	0,19	0,93599

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5. 98. Variasi Dominan dan Nilai Optimum Dominan
(Untuk Variasi 0-0,24%)

No	Keterangan	Variasi Dominan (%)	Nilai Optimum Dominan
1	Kuat Tekan	0,20	27.877 Mpa
2	Kuat tarik belah		2,574 Mpa
3	Kuat tarik lentur		5,680 Mpa
4	Modulus Elastisitas		6353.727Mpa
5	Porositas		9.7850 %
6	Workabilitas		0,93592

Sumber : Data Hasil Penelitian

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Dari hasil Hipotesis penggunaan bahan tambahan gula pasir dengan variasi 0.19 % – 0.21% berpengaruh terhadap sifat fisis dan sifat mekanis beton pada mutu 25 Mpa.
- b. Nilai maksimum yang dicapai dari penambahan gula pasir variasi 0,19 %– 0,21 %. Terdapat pada variasi 0,20 % sebesar 28.254 Mpa
- c. Nilai optimum yang dicapai dari penambahan gula pasir variasi 0,16 %– 0,24 % , Yang mana variasi data 0.16 % - 0.19 % didapat dari Ajeng Cahyanita (2010) dan variasi data 0.22 % - 0.24 % didapat dari Raina Tri Yuliani (2010). Nilai optimum terjadi pada variasi 0,20 % dengan nilai optimum sebesar 27.876 Mpa.

6.2 Saran

Saran-saran yang dapat kami himpun selama penelitian yang kami lakukan ini adalah :

- a. Untuk penelitian selanjutnya dalam memakai bahan tambahan gula pasir sebaiknya memakai variasi 0,2 % dari PC .
- b. Dalam pembuatan beton dengan bahan tambahan gula pasir sebaiknya dalam melepas beton dari cetakan menunggu 3 hari dari proses

pembuatan beton.karena gula pasir bersifat memperlambat proses pengikatan awal .

- c. Dalam proses penggetaran beton, sebaiknya dilakukan sebaik mungkin agar tidak mendapatkan beton yang keropos .

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, Pujo 2010. *Pengendalian Mutu Beton*. Surabaya: Itspress.
- Anonim. 2002. *Petunjuk Praktikum Beton*. Malang: Laboratorium Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
- Anonim. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-2847-2002. Bandung
- Antoni dan Nugraha Paul.2007. *Teknologi Beton*. Andi Offset, Yogyakarta
- Cahyanita, Ajeng. 2010. *Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Gula Pasir (Variasi 0.16% - 0.18 %) terhadap Sifat Mekanis dan Fisis Beton Mutu 25 Mpa*.Institut Teknologi Nasional, Malang
- Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Parsudi,Yoga Christian. 2010. *Pemanfaatan Limbah Marmer (20 %) Sebagai Pengganti Agregat Kasar dengan Bahan Tambahan Fly Ash dan Silika Fume untuk Beton Mutu Tinggi*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Malang.
- Rifany K, Dian. 2008. *Penggunaan Gula Pasir Lokal sebagai Plasticizer pada Adukan Mortar untuk Pembuatan Conblock*. Palu: Universitas Tadulako.
- Satyarni, Iman. & Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2008. *Penggunaan Gula Pasir Lokal sebagai Plasticizer pada Adukan Mortar untuk Pembuatan Conblock..* <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/cet/article/17506/17425.pdf>. Diakses tanggal 28 April 2010 pukul 13.40 WIB.
- Sudjana,M.A.,2005. *Metode Statika*. Tarsito: Bandung
- Suranto, Didit ST. 2008. *Aplikasi Standard Proctor pada Beton RCC (Roller Compacted Concrete) dengan Additive (Gula Pasir)*. [http://arc.ugm.ac.id/files/abst_\(0267-H-2008\).pdt](http://arc.ugm.ac.id/files/abst_(0267-H-2008).pdt) . Diakses tanggal 28 April 2010.
- Triyuliani, Raina. 2010. *Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Gula Pasir (Variasi 0.22% - 0.24 %) terhadap Sifat Mekanis dan Fisis Beton Mutu 25 Mpa*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Malang.

LAMPIRAN I: HASIL PENGUJIAN BAHAN

LAMPIRAN II : TABEL F

LAMPIRAN III : DAFTAR G

LAMPIRAN IV : DAFTAR UMUR BETON

LAMPIRAN V : GAMBAR – GAMBAR PENELITIAN



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 : 1
Pekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
Dikerjakan : Team Sipil 2006

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		

Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP.Y.1018500093



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 : 2
Pekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
Dikerjakan : Team Sipil 2006

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		

Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP.Y.1018500093



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

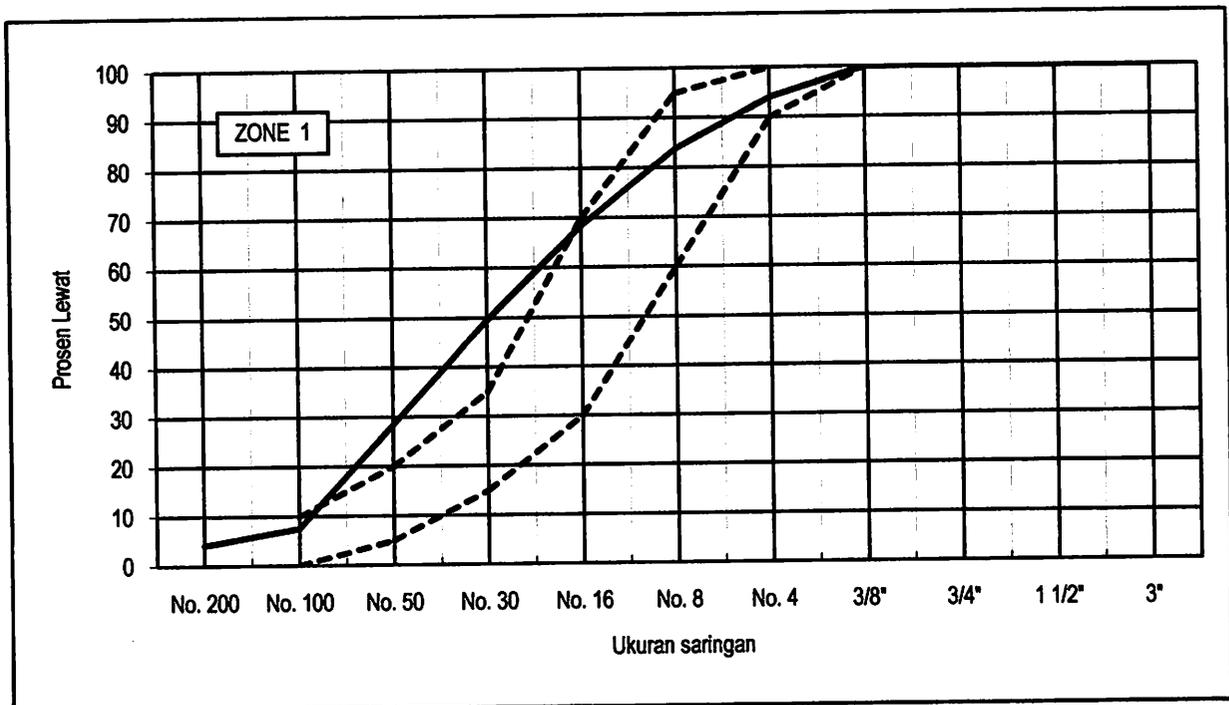
Lmp. Lap. No : 3
 Pekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
 Dikerjakan : Team Sipil 2006

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Berat contoh kering : 4000 gr

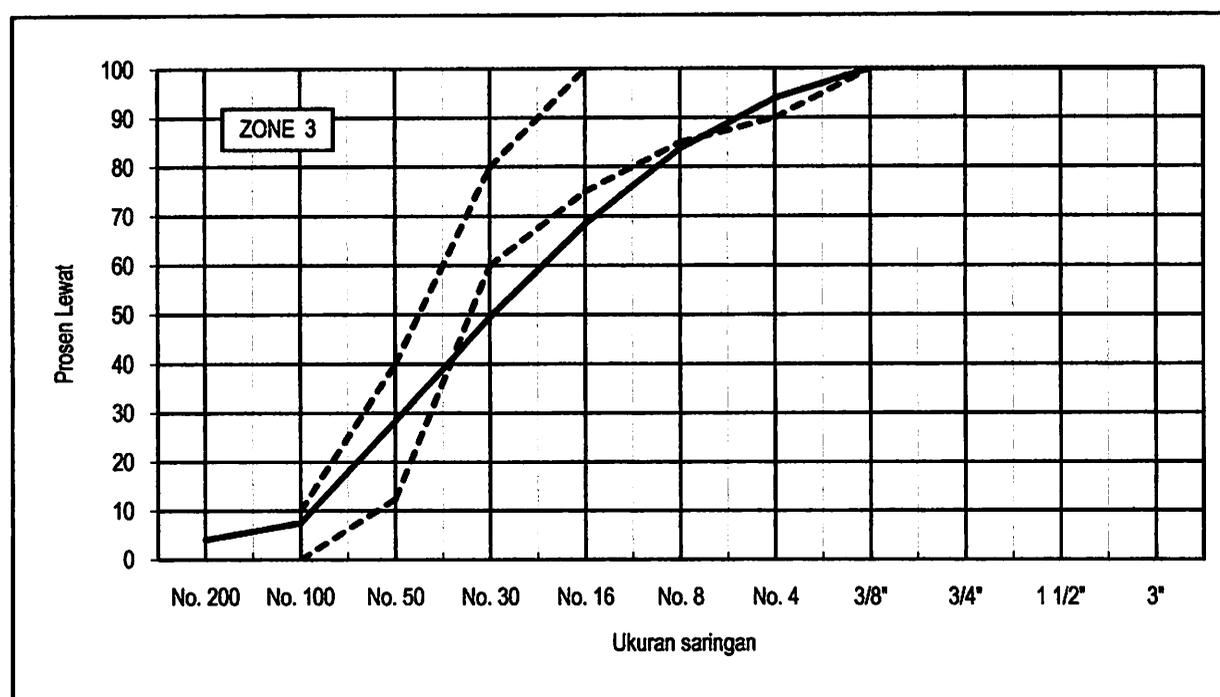
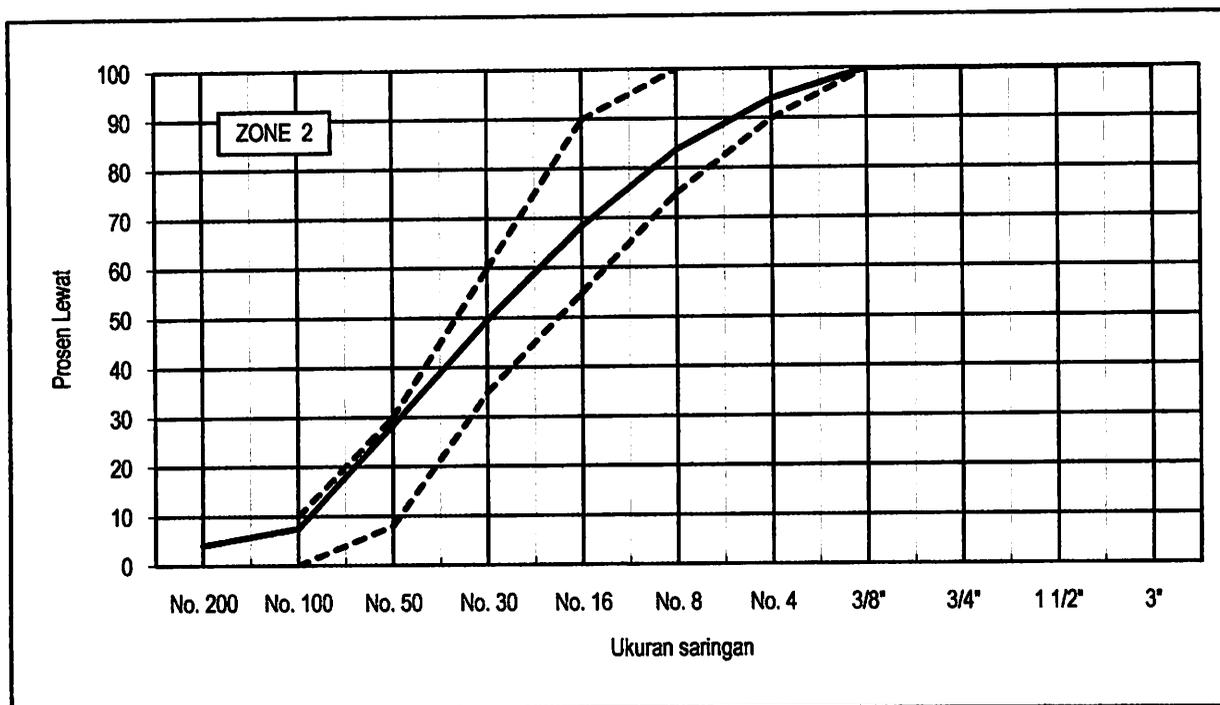
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76,2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38,1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00
9,6 mm (3/8")	0,00	0,00	0,00	100,00
4,75 mm (No. 4)	239,40	5,99	5,99	94,02
2,36 mm (No. 8)	408,50	10,21	16,20	83,80
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

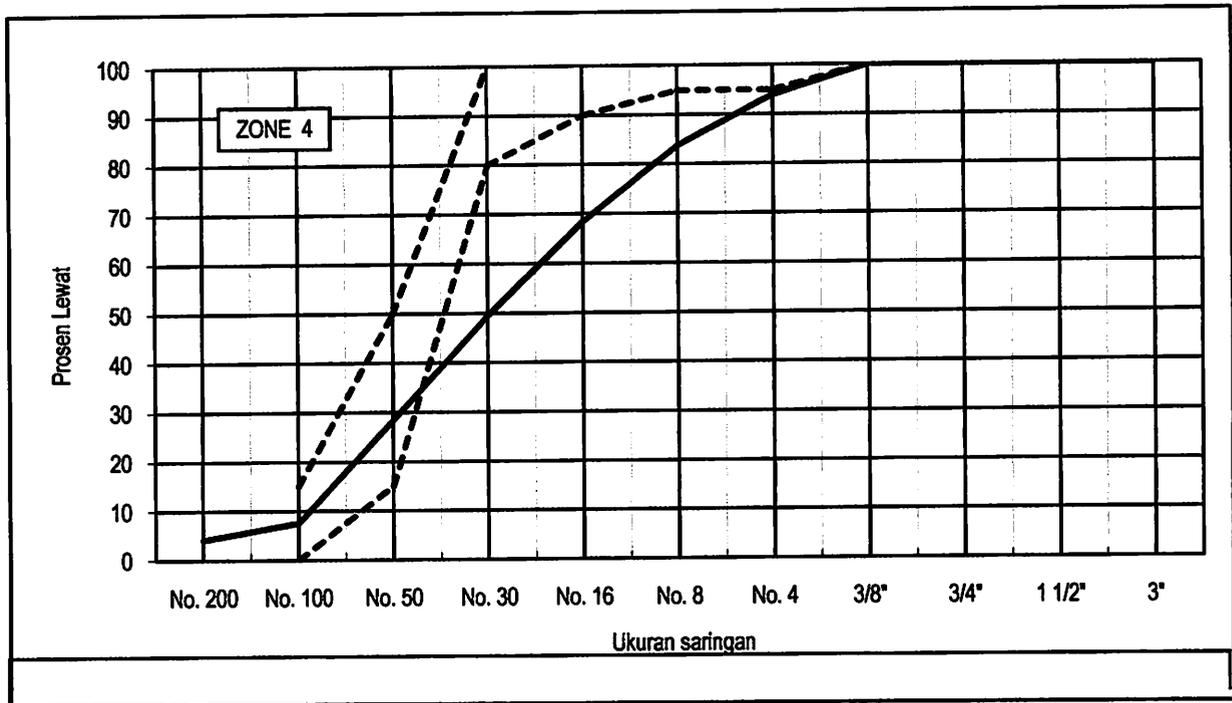
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145





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



Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP.Y.1018500093



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

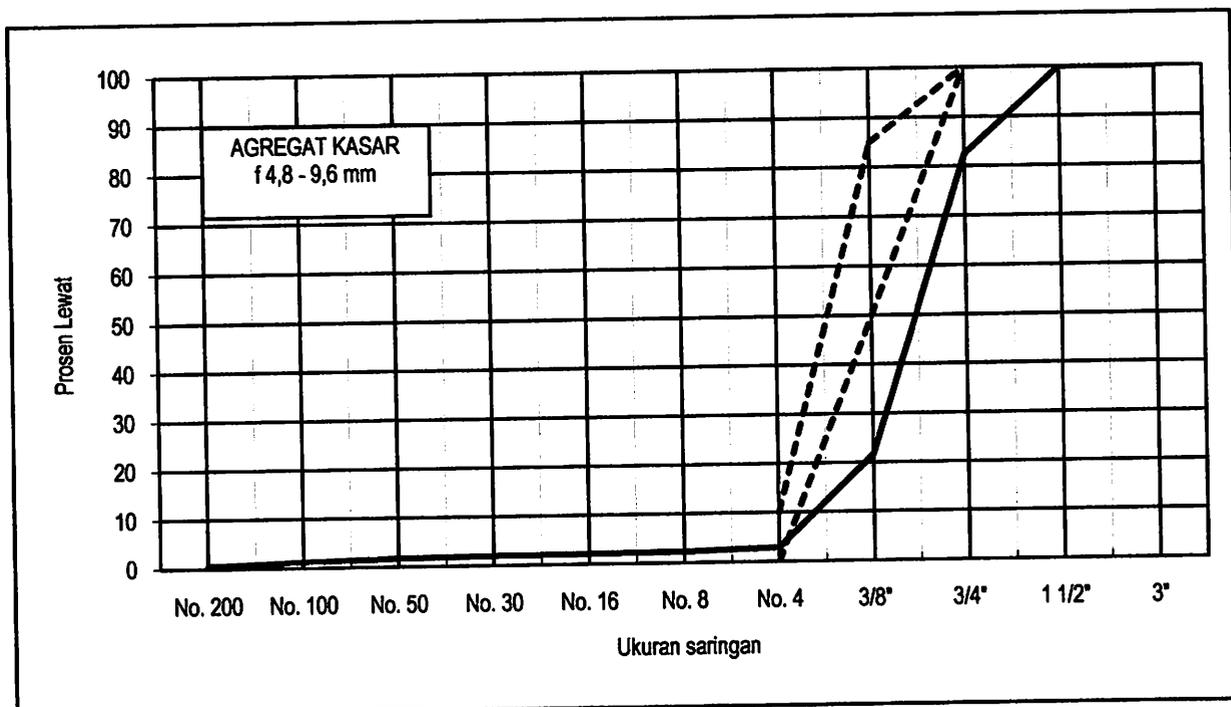
Lmp. Lap. No : 4
 Pekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
 Dikerjakan : Team Sipil 2006

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Berat contoh kering : 21350 gr

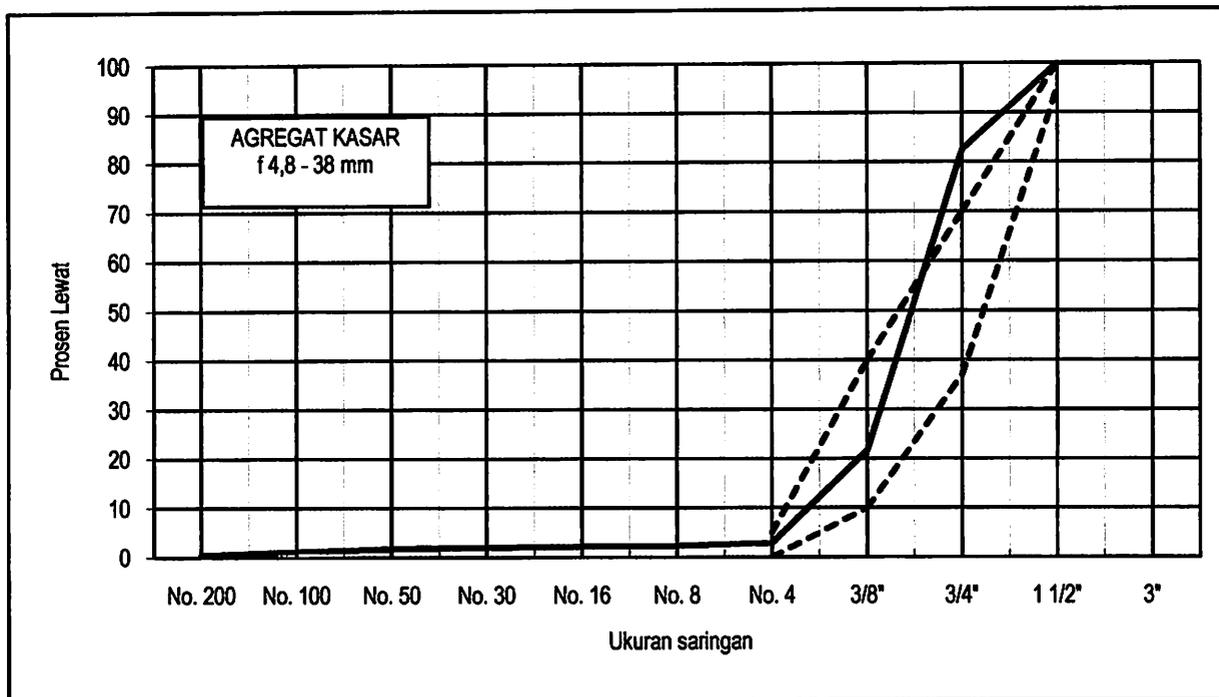
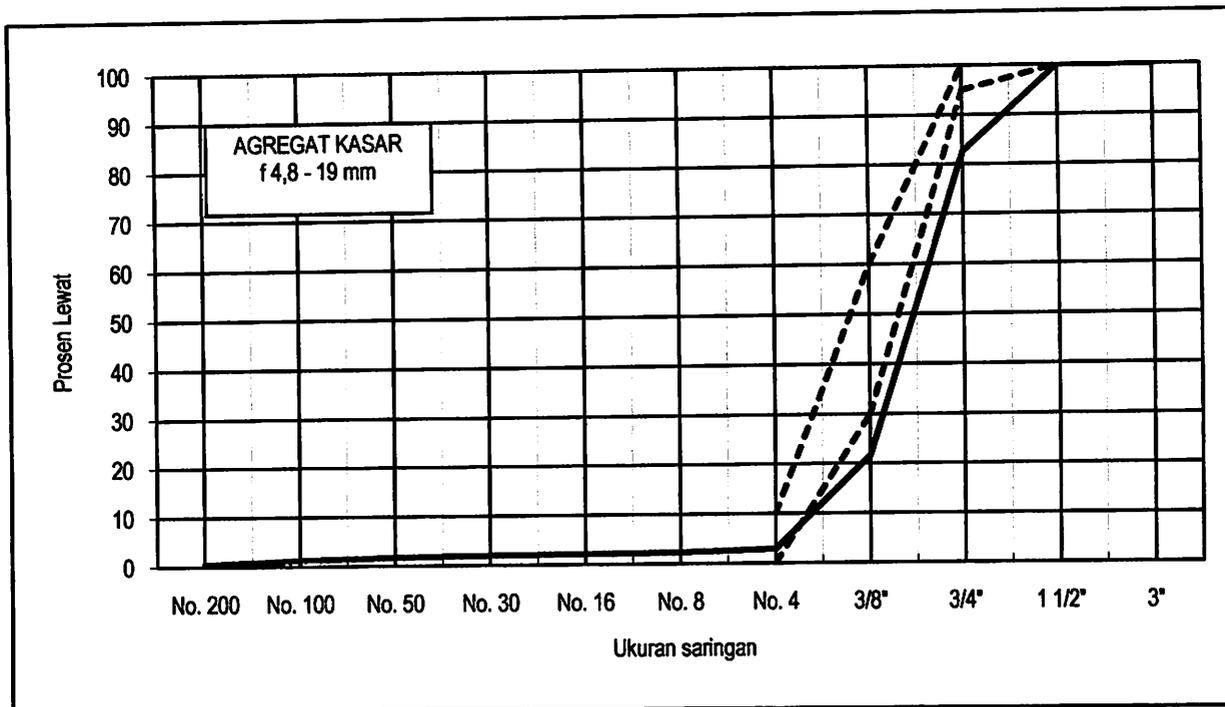
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76,2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38,1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm (3/4")	3,73	17,47	17,47	82,53
9,6 mm (3/8")	12,98	60,80	78,27	21,73
4,75 mm (No. 4)	4,02	18,83	97,10	2,90
2,36 mm (No. 8)	0,12	0,57	97,67	2,33
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



Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP.Y.1018500093



**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 : 5
Pekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
Dikerjakan : Team Sipil 2006

KADAR LUMPUR dan KADAR ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

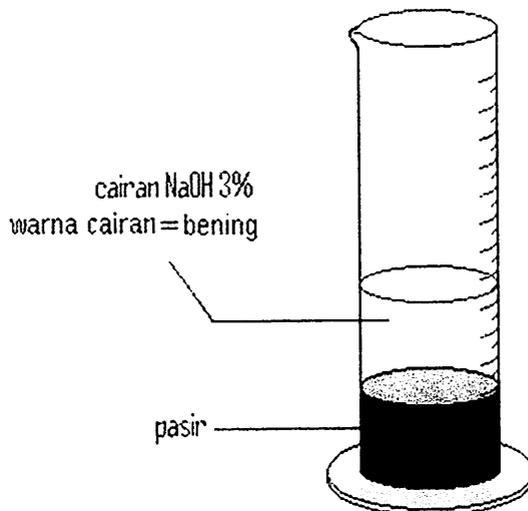
Dari hasil pengujian kadar lumpur yang telah kami laksanakan, didapatkan hasil sebagai berikut :

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.

Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP.Y.1018500093



Lamp. Lab. No. : 8
 Pekerjaan : Skripsi
 Ditetapkan :
 Diketahui :
 Disetujui :
 Dosen Pembimbing :
 Tim Skripsi :

KADAR LUMPUR dan KADAR ZAT ORGANIK AGRGAT HALUS

Dari hasil pengujian kadar lumpur yang telah kami lakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V1 \text{ (tinggi pasir)} &= 470 \text{ ml} \\
 V2 \text{ (tinggi lumpur)} &= 8 \text{ ml} \\
 \text{Kadar lumpur} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100\% \\
 &= \frac{8}{470 + 8} \times 100\% \\
 &= 0.834\%
 \end{aligned}$$

Dengan hasil tersebut di atas, maka pasir yang dibentasi layak digunakan untuk campuran beton, dikarenakan kadar lumpurnya < 5% (menurut ketentuan dalam peraturan tsd) pengujian agregat halus untuk pemastan beton.

Untuk pengujian zat organik agregat halus didapatkan hasil yang berarti bahwa bahan yang dibentasi mempunyai sedikit kandungan zat organik.



Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pasir yang dibentasi memenuhi syarat untuk digunakan sebagai agregat halus untuk campuran beton.

Laporan Bahan Konstruksi
 11/01/2003



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 : 6
Pekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
Dikerjakan : Team Sipil 2006

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	

Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP. Y. 1018500093



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 : 7
Pekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
Dikerjakan : Team Sipil 2006

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)	$\frac{Bk}{Bj - Ba}$	2,48	2,47	2,48
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{Bj - Ba}$	2,59	2,59	2,59
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{Bk - Ba}$	2,80	2,81	2,81
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\%$	4,68	4,85	4,77

Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP. Y.1018500093



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

amp. Surat / Lap. N: 8
ekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
Dikerjakan : Team Sipil 2006

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

Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP.Y.1018500093



**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 : 9
Pekerjaan : Skripsi

Dihitung : Suraya Novi A
Dikerjakan : Team Sipil 2006

**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		%

Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP.Y.1018500093



**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 MPa
2.	Deviasi standar	Tabel 4.12	6 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)	Grafik 4.3 (W/C)	0,620
8.	Faktor air semen maksimum	Tabel 4.14 (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 4.15)	100 mm
11.	Ukuran agregat maksimum	Tabel 5	20 mm
12.	Kadar air bebas	Tabel 11	215 kg/m ³
13.	Jumlah semen	[12] / [9]	346,77 kg/m ³
14.	Jumlah semen minimum	Tabel 4.14 (W/C)	275 kg/m ³
15.	Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan	Terbesar antara [13] dan [14]	346,77 kg/m ³
16.	Proporsi agregat halus	Grafik 4.4	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	Grafik 4.5	2360 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



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	$([25]-[27])*23/100$	67,41 kg/m ³
30.	Kelebihan air dalam agregat kasar	$([26]-[28])*24/100$	-11,89 kg/m ³
31.	Jumlah agregat halus	$[23]+[29]$	857,09 kg/m ³
32.	Jumlah agregat kasar	$[24]+[30]$	996,02 kg/m ³
33.	Jumlah air	$[12]+([29]-[30])$	159,48 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	857,09	996,02	159,48
	Perbandingan berat	1	2,47	2,87	0,46

Kepala
Laboratorium Bahan Konstruksi

Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
NIP. Y. 1018500093

Table of F-statistics P=0.05

df2 \ df1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50	60	70	80	100	200	500	1000	>1000	df1 / df2			
3	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	3			
4	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	4			
5	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	4.42	4.41	4.39	4.37	4.37	4.36	5			
6	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	6			
7	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	7			
8	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	8			
9	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	9			
10	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	10			
11	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	2.41	2.41	2.41	11			
12	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	2.34	2.33	2.31	2.30	2.30	2.30	12		
13	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	2.28	2.27	2.25	2.24	2.22	2.21	2.20	2.20	2.20	13		
14	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	2.19	2.18	2.16	2.15	2.14	2.14	2.13	14		
15	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	2.37	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	15	
16	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	2.31	2.29	2.27	2.26	2.24	2.22	2.21	2.19	2.17	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	16		
17	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	2.15	2.13	2.12	2.11	2.08	2.06	2.05	2.04	2.02	1.99	1.98	1.95	1.93	1.92	1.92	17		
18	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	2.18	2.17	2.15	2.14	2.12	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	1.88	1.88	18	
19	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	2.20	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	19		
20	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	2.17	2.15	2.13	2.11	2.10	2.08	2.07	2.05	2.03	2.01	1.98	1.96	1.94	1.92	1.91	1.89	1.88	1.86	1.85	1.82	1.80	1.79	1.78	20		
22	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	2.09	2.07	2.05	2.04	2.03	2.00	1.98	1.97	1.95	1.94	1.91	1.89	1.88	1.86	1.84	1.83	1.82	1.80	1.77	1.75	1.74	22		
24	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	2.03	2.02	2.00	1.99	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	24	
26	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	2.06	2.04	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	26		
28	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	28		
30	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	1.83	1.82	1.80	1.79	1.76	1.74	1.72	1.70	1.68	1.66	1.65	1.60	1.57	1.56	1.56	30	
35	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	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.72	1.69	1.67	1.66	1.64	1.62	1.61	1.59	1.55	1.53	1.52	1.51	35	
40	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	1.86	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	1.59	1.57	1.55	1.51	1.49	1.48	1.47	40
45	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	1.72	1.70	1.69	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	45	
50	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	1.68	1.66	1.65	1.62	1.59	1.57	1.55	1.53	1.50	1.48	1.44	1.41	1.40	1.39	1.39	50	
60	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	1.64	1.62	1.59	1.57	1.55	1.53	1.50	1.49	1.47	1.45	1.40	1.37	1.36	1.35	60		
70	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	1.73	1.72	1.70	1.68	1.65	1.63	1.62	1.60	1.57	1.54	1.52	1.51	1.48	1.46	1.45	1.43	1.38	1.35	1.34	1.33	70		
80	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	1.72	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	80		
100	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	1.48	1.46	1.43	1.41	1.39	1.36	1.35	1.32	1.26	1.22	1.21	1.19	100	
200	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	1.60	1.57	1.55	1.53	1.50	1.48	1.45	1.42	1.40	1.38	1.35	1.32	1.30	1.28	1.21	1.16	1.14	1.12	200		
500	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	1.36	1.33	1.31	1.29	1.26	1.19	1.13	1.11	1.08	500		
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.8																																

DAFTAR G

Untuk Distribusi t

V=dk

(Bilangan 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

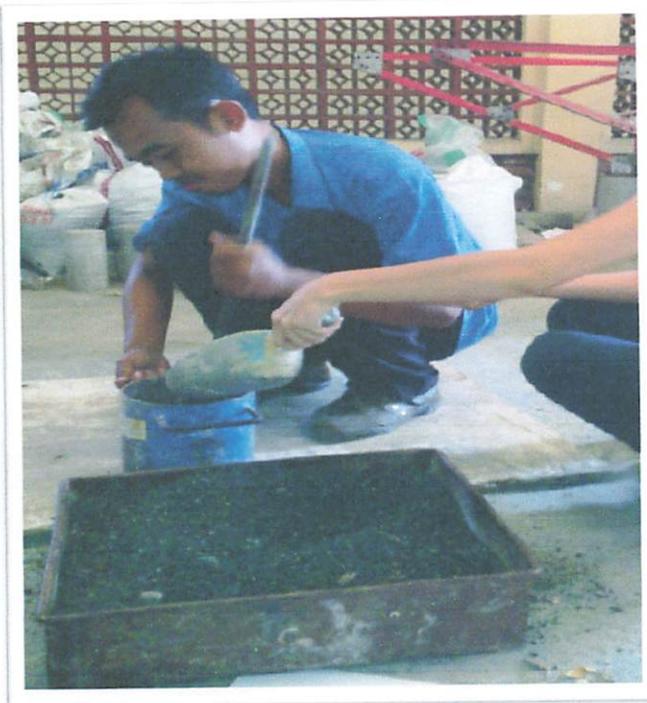
Menurut SNI T-15-1991, Perkembangan kekuatan beton dengan bahan pengikat PC type I berdasarkan umur beton disajikan pada tabel. Sebagai berikut :

Umur beton (Hari)	3	7	14	21	28	90	365
PC type I	0.46	0.7	0.88	0.96	1	-	-



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

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



Pemeriksaan Berat Isi



Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat



**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



Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus



Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

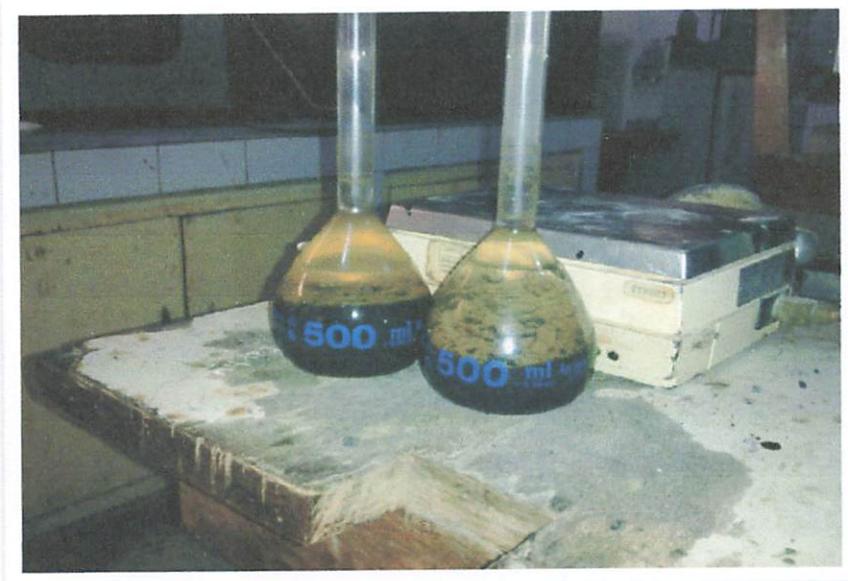


**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

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



Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No 200



Pemeriksaan Kotoran Organik



**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



Persiapan Cetakan mortar



Pencampuran Semen dan Agregat Halus



**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



Pencampuran adukan mortar yang siap uji Leleh



Pemadatan mortar diatas meja leleh



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

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



Pengukuran Diameter leleh



Percetakan mortar dengan cetakan kubus



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

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



P erendaman Benda Uji Mortar



Penimbangan Benda uji Mortar

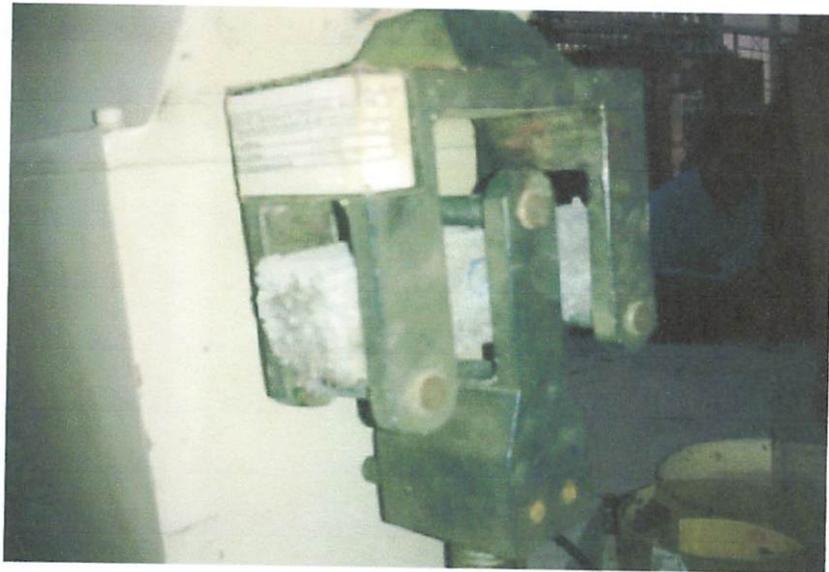


**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

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



Pengujian Kuat Tekan Mortar



Pengujian Kuat Tarik Lentur Aksial



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

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



Persiapan Benda uji Beton



Persiapan Bahan-bahan Pembuatan Beton



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

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



Pencampuran Adukan Beton



Pengujian Slump



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

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



Pengujian Faktor Kepadatan



Proses Pematatan Benda Uji Beton



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

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



Proses Penggetaran Benda Uji



Perawatan Benda Uji dengan Karung Goni



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

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



Pelepasan Benda Uji dari Cetakan

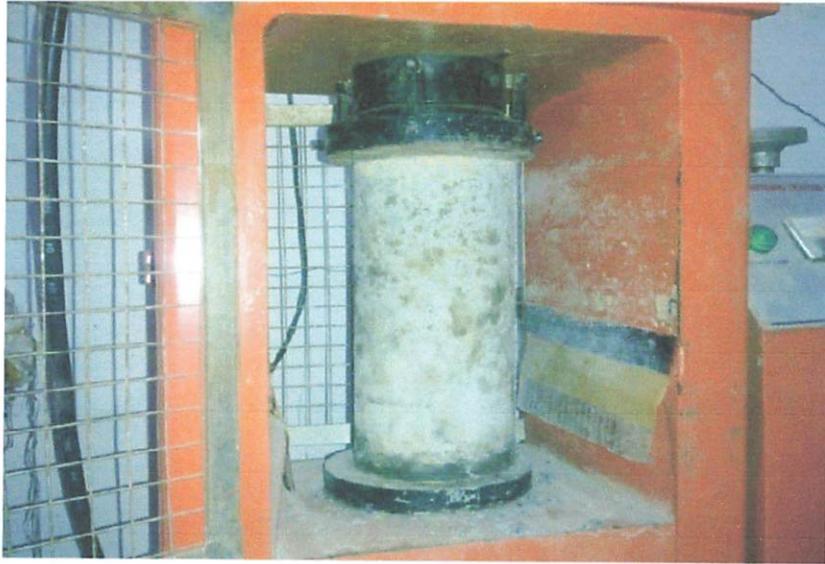


Perendaman Benda Uji



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

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



Pengujian Kuat Tekan Beton



Pengujian Kuat Tarik Belah



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

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



Pengujian Kuat Tarik Lentur



Pengujian Modulus Elastisitas



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

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



Hasil Pengujian Kuat Tekan



Pengujian Kuat Tarik Belah



**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



Hasil Pengujian Kuat tarik Lentur



Tim Penelitian Gula dan Tetes