

SKRIPSI
STUDI PENELITIAN PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN
TAMBAHAN TETES TEBU (VARIASI KADAR 1,2% - 1,6%)
TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS
PADA MUTU BETON 25 MPA



Disusun Oleh :

I PUTU YUDISTYA BAGUS SAYOGA

06.21.042

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

SKRIPSI

STUDI KEMELIHAN PENGAKHIRAN PEMERINTAHAN DALAM

TAMBAHAN TERLEBIH (VARIASI LAMAR 1994-1995)

TRIMARAN: SEAT MEKANIS DAN SEAT KIRI

PADA KIRI KIRI 1994



Disusun Oleh:

YUSUF KURNIA RACHA SARYO

001101

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2011

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

***PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN TETES TEBU
(VARIASI 1,2%-1,6%) 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 :

I PUTU YUDISTYA BAGUS SAYOGA

(0621042)

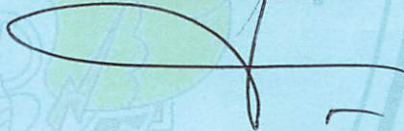
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Ibnu Hidayat Pi, MT)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



(Ir. H. Hirijanto, MT)

LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN TETES TEBU
(VARIASI 1,2%-1,6%) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS
PADA MUTU BETON 25 MPA

SKRIPSI

Dipertahankan Di hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Stara Satu (S-1)
Pada Hari : Kamis
Tanggal : 24 Februari 2011
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

I PUTU YUDISTYA BAGUS SAYOGA

06.21.042

Disahkan oleh :

Ketua

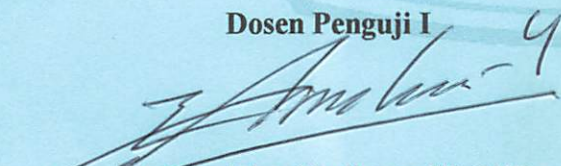

(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris

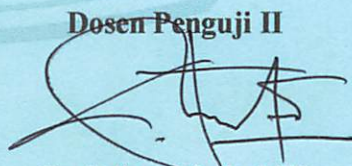

(Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I


(Eri Andrian Yudianto, ST., MT)

Dosen Penguji II


(Ir. Eding Iskak, MT)

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

2011

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : I Putu Yudistya Bagus Sayoga

NIM : 06.21.042

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN TETES TEBU
(VARIASI 1,2%-1,6%) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS
PADA MUTU BETON 25 MPA**

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

Malang, 8 Maret 2011

Yang Membuat Pernyataan



(I Putu Yudistya Bagus Sayoga)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat IDA SANG HYANG WIDHI WASA atas asuh dan waranugraha-Nya maka Skripsi ini dapat saya selesaikan dengan baik tepat pada waktunya. Tak lupa pula pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

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

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

Malang , Februari 2011

Penyusun

ABSTRAKSI

I PUTU YUDISTYA BAGUS SAYOGA, 2011, ***"PENGARUH PEMANFAATAN BAHAN TAMBAHAN TETES TEBU (VARIASI 1,2%-1,6%) TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN SIFAT FISIS PADA MUTU BETON 25 MPA"***. Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT, Dosen Pembimbing II : Ir. Ibnu Hidayat Pj, MT.

Beton merupakan salah satu bahan utama yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan karena memiliki kelebihan daripada bahan lainnya dengan fungsi yang sama. Untuk meningkatkan sifat mekanis dan sifat fisis beton adalah menambahkan bahan tambahan tetes tebu. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh penambahan bahan tambahan (tetes tebu) terhadap kuat tekan beton, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, porositas, dan workabilitas dari pada beton itu sendiri. Komposisi variasi tetes tebu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6% dari berat semen.

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

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

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

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan	iii
Lembar Persembahan.....	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Grafik.....	xiv
Daftar Gambar	xvi
Daftar Notasi.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup Bahasan	4
1.6. Batasan Penelitian	4
1.7. Hipotesis	5
1.8. Analisa Varian	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Pengertian Beton	7
2.2. Bahan-Bahan Penyusun Beton	8
2.3. Mix Design (Metode DOE)	18
2.4. Perawatan Beton	19
2.5. Sifat-sifat Beton	20
2.6. Tetes Tebu	26
2.7. Penelitian Terdahulu	27
2.8. Interval Kepercayaan	28
2.9. Analisa Hipotesis	30

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.2. Metode Penelitian	36
3.3. Alat Dan Bahan	36
3.4. Populasi Dan Sampel	38
3.5. Rancangan Penelitian	39
3.6. Pelaksanaan Pengujian Material	39
3.7. Pelaksanaan Benda Uji Mortar	54
3.8. Pelaksanaan Benda Uji Beton.....	62
3.9. Bagan Alir Penelitian.....	78

BAB IV PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. Pengujian Material	80
4.2. Perencanaan Campuran (Mix Design)	92
4.3. Perhitungan Kebutuhan Campuran	102

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Hasil Uji Mortar	104
5.2. Data Hasil Pengujian Beton	146
5.3. Pengujian Interval Kepercayaan	172
5.4. Pengujian Hipotesis	185
5.5. Analisa Regresi	209
5.6. Nilai Variasi Optimum Campuran	223
5.7. Pengujian Kadar PH Tetes Tebu	228

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan	229
6.2. Saran	229

Daftar Pustaka

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Variasi benda Uji	38
Tabel 3.2	Dimensi Wadah Baja.....	40
Tabel 3.3	Ukuran Saringan Untuk Agregat Kasar	43
Tabel 3.4	Ukuran Saringan Untuk Agregat Halus	44
Tabel 3.5	Berat Minimum Ukuran.....	46
Tabel 3.6	Ukuran Maksimum dan Berat Minimum	50
Tabel 3.7	Tabel Gradasi Untuk Percobaan Los Angles	53
Tabel 3.8	Kebutuhan Total Bahan dan Variasi Tetes Tebu Untuk Campuran Mortar	56
Tabel 4.1	Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus.....	81
Tabel 4.2	Pemeriksaan Berat Isi Agregat Kasar.....	82
Tabel 4.3	Tabel analisa saringan Agregat Halus.....	83
Tabel 4.4	Tabel analisa saringan Agregat Kasar	84
Tabel 4.5	Bahan Lolos Saringan No. 200	85
Tabel 4.6	Pengelompokan Warna Uji Kadar.....	86
Tabel 4.7	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	88
Tabel 4.8	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	89
Tabel 4.9	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar.....	90
Tabel 4.10	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.....	91
Tabel 4.11	Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan	93
Tabel 4.12	Perkiraan Kekuatan Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen (W/C) = 0,5	94
Tabel 4.13	Jumlah Semen Minimum Untuk Kondisi Terekspos	95
Tabel 4.14	Nilai Slump yang disyaratkan	96
Tabel 4.15	Perkiraan Jumlah Air Bebas Untuk Tingkat Workability	96
Tabel 4.16	Kebutuhan Total Bahan dan Variasi Tetes Tebu Untuk Campuran Beton	103
Tabel 4.17	Kebutuhan Total Bahan Tambahan Tetes Tebu.....	103

Tabel 5.1	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 0,0%.....	105
Tabel 5.2	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 1,2 %.....	105
Tabel 5.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 1,4 %.....	106
Tabel 5.4	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 1,6 %.....	106
Tabel 5.5	Data Hasil Pengujian Kuat Tari Aksial Mortar 0 %.....	108
Tabel 5.6	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar 1,2%.....	108
Tabel 5.7	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar 1,4 %.....	109
Tabel 5.8	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar 1,6 %.....	109
Tabel 5.9	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Tarik Mortar 0 %	111
Tabel 5.10	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Tarik Mortar 1,2%	112
Tabel 5.11	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Tarik Mortar 1,4 %	112
Tabel 5.12	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Tarik Mortar 1,6 %	112
Tabel 5.13	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	113
Tabel 5.14	Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar.....	115
Tabel 5.15	Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Pengujian Interval Kepercayaan.....	115
Tabel 5.16	Data Pengujian Kuat Tarik Aksial	116
Tabel 5.17	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial.....	117
Tabel 5.18	Data Pengujian Kuat Tarik Aksial Setelah Pengujian Interval Kepercayaan.....	117
Tabel 5.19	Data Pengujian Kuat Lentur Mortar.....	118
Tabel 5.20	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur	119
Tabel 5.21	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Setelah..... Pengujian Interval Kepercayaan	119
Tabel 5.22	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Setelah Penyortiran.....	121
Tabel 5.23	Analisa Varian Untuk Kuat Tekan Mortar.....	123
Tabel 5.24	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Setelah Penyortiran	125
Tabel 5.25	Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar.....	127
Tabel 5.26	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Aksial Setelah Penyortiran	129
Tabel 5.27	Analisa Varian Untuk Kuat Lentur Aksial Mortar.....	131

Tabel 5.28	Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan Mortar.....	132
Tabel 5.29	Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar.....	136
Tabel 5.30	Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Lentur Aksial Mortar.....	139
Tabel 5.31	Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0-1,6%).....	143
Tabel 5.32	Tabel Variasi dan Nilai Optimum Dominan (Untuk Variasi 0-1,6%).....	143
Tabel 5.33	Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0-2,8%).....	145
Tabel 5.34	Tabel Variasi dan Nilai Optimum Dominan (Untuk Variasi 0-2,8%).....	145
Tabel 5.35	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 0,0%.....	149
Tabel 5.36	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 1,2%.....	150
Tabel 5.37	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 1,4%.....	151
Tabel 5.38	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 1,6%.....	152
Tabel 5.39	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 0,0%.....	155
Tabel 5.40	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 1,2%.....	155
Tabel 5.41	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 1,4%.....	156
Tabel 5.42	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 1,6%.....	156
Tabel 5.43	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi 0,0%.....	159
Tabel 5.44	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,2%.....	159
Tabel 5.45	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,4%.....	160
Tabel 5.46	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Variasi 1,6%.....	160
Tabel 5.47	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 0,0%.....	164
Tabel 5.48	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1,2%.....	164
Tabel 5.49	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1,4%.....	165
Tabel 5.50	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1,6%.....	165
Tabel 5.51	Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 0,0%.....	168
Tabel 5.52	Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 1,2%.....	168
Tabel 5.53	Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 1,4%.....	169
Tabel 5.54	Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 1,6%.....	169
Tabel 5.55	Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 0,0%.....	171

Tabel 5.56	Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 1,2%	171
Tabel 5.57	Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 1,4%	171
Tabel 5.58	Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 1,6%	171
Tabel 5.59	Data Pengujian Kuat Tekan.....	172
Tabel 5.60	Interval Kepercayaan Kuat Tekan	174
Tabel 5.61	Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Pengujian Interval	174
Tabel 5.62	Data Pengujian Kuat Tarik belah	175
Tabel 5.63	Interval Kepercayaan Kuat Tarik belah	176
Tabel 5.64	Interval Kepercayaan Kuat Tarik belah Setelah Pengujian Interval Kepercayaan.....	176
Tabel 5.65	Data Pengujian Kuat Tarik Lentur	177
Tabel 5.66	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur	178
Tabel 5.67	Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Setelah Pengujian Interval Kepercayaan.....	178
Tabel 5.68	Data Pengujian Modulus Elastisitas.....	179
Tabel 5.69	Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas	180
Tabel 5.70	Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan.....	180
Tabel 5.71	Data Pengujian Porositas.....	181
Tabel 5.72	Interval Kepercayaan Porositas	182
Tabel 5.73	Interval Kepercayaan Porositas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan.....	182
Tabel 5.74	Data Pengujian Workabilitas.....	183
Tabel 5.75	Interval Kepercayaan Workabilitas.....	184
Tabel 5.76	Interval Kepercayaan Workabilitas Setelah Pengujian Interval Kepercayaan.....	184
Tabel 5.77	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Setelah Penyortiran.....	186
Tabel 5.78	Analisa Varian Untuk Kuat Tekan.....	188
Tabel 5.79	Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Setelah Penyortiran	190
Tabel 5.80	Analisa Varian Untuk Kuat Tarik belah.....	192
Tabel 5.81	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Setelah Penyortiran	194
Tabel 5.82	Analisa Varian Untuk Kuat Tekan Lentur	196

Tabel 5.83	Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Penyortiran	198
Tabel 5.84	Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas	200
Tabel 5.85	Data Hasil Pengujian Porositas Setelah Penyortiran.....	202
Tabel 5.86	Analisa Varian Untuk Porositas	204
Tabel 5.87	Data Hasil Pengujian Workabilitas Setelah Penyortiran.....	206
Tabel 5.88	Analisa Varian Untuk Workabilitas	208
Tabel 5.89	Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan.....	209
Tabel 5.90	Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik belah	213
Tabel 5.91	Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik belah	215
Tabel 5.92	Tabel Nilai Regresi Untuk Modulus Elastisitas	217
Tabel 5.93	Tabel Nilai Regresi Untuk Porositas.....	219
Tabel 5.94	Tabel Nilai Regresi Untuk Workabilitas.....	212
Tabel 5.95	Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0-1,6%).....	224
Tabel 5.96	Tabel Variasi dan Nilai Dominan (Untuk Variasi 0-1,6%).....	224
Tabel 5.97	Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0-2,8%).....	226
Tabel 5.98	Tabel Variasi dan Nilai Optimum (Untuk Variasi 0-2,8%).....	226

DAFTAR GRAFIK

Grafik.4.1.	Grafik Hubungan Kekuatan Tekan Dengan w/c.....	94
Grafik 4.2.	Grafik Penentuan Prosentase Agregat Halus.....	98
Grafik 4.3.	Grafik Perkiraan Berat Jenis Beton Segar	99
Grafik 5.1.	Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan Mortar (Variasi 0 – 1,6%)	135
Grafik 5.2.	Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan Mortar (Variasi 0-2,8%)	135
Grafik 5.3.	Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar (Variasi 0 – 1,6 %)	138
Grafik 5.4.	Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar (Variasi 0-2,8%)	138
Grafik 5.5.	Analisa Regresi Untuk Kuat Lentur Mortar (Variasi 0 – 1,6%)	141
Grafik 5.6.	Analisa Regresi Untuk Kuat Lentur Mortar (Variasi 0 - 2,8%)	141
Grafik 5.7.	Kuat Tekan Beton Variasi 0%	149
Grafik 5.8.	Kuat Tekan Beton Variasi 1,2%.....	150
Grafik 5.9.	Kuat Tekan Beton Variasi 1,4%	151
Grafik 5.10.	Kuat Tekan Beton Variasi 1,6%	152
Grafik 5.11.	Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan (Variasi 0 – 1,6%).....	212
Grafik 5.12.	Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan (Variasi 0 – 2,8%)	212
Grafik 5.13.	Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik belah (Variasi 0 – 1,6%)	214
Grafik 5.14.	Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik belah (Variasi 0 – 2,8%).....	214

Grafik 5.15. Analisa Regresi Untuk Kuat Lentur (Variasi 0 – 1,6 %)	216
Grafik 5.16. Analisa Regresi Untuk Kuat Lentur (Variasi 0 – 2,8 %)	216
Grafik 5.17. Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas (Variasi 0 – 1,6%).....	218
Grafik 5.18. Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas (Variasi 0 – 2,8%)	218
Grafik 5.19. Analisa Regresi Untuk Porositas (Variasi 0 – 1,6%)	220
Grafik 5.20. Analisa Regresi Untuk Porositas (Variasi 0 – 2,8%)	220
Grafik 5.21. Analisa Regresi Untuk Workabilitas (Variasi 0 – 1,6%)	222
Grafik 5.22. Analisa Regresi Untuk Workabilitas (Variasi 0 – 2,8%)	222

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ilustrasi Kuat Tekan Karakteristik Silinder Beton	22
Gambar 2.2. Ilustrasi Kuat Tarik Belah Silinder Beton	23
Gambar 2.3. Ilustrasi Kuat Tarik Lentur Balok Beton	24
Gambar 2.4. Ilustrasi Modulus Elastisitas	25
Gambar 3.1. Peralatan Slump Test.....	37
Gambar 3.2. Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat.....	40
Gambar 3.3. Aparatus Untuk Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus	44
Gambar 3.4. Aparatus pemeriksaan bahan lolos saringan No. 200.....	46
Gambar 3.5. Aparatus Untuk Pemeriksaan Kadar Air Agregat.....	50
Gambar 3.6. Aparatus Pemeriksaan Mortar.....	55
Gambar 3.7. Pengujian Kuat Tekan Mortar	59
Gambar 3.8. Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar	60
Gambar 3.9. Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar	61
Gambar 3.10. Pengujian Slum	63
Gambar 3.11. Aparatus Compacted Factor Test.....	65
Gambar 3.12. Alat Uji Kuat Tekan	68
Gambar 3.13. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	70
Gambar 3.14. Pengujian Kuat Tarik belah Beton	71
Gambar 3.15. Pengujian Kuat Lentur Beton.....	74
Gambar 3.16. Pengujian Porositas	75
Gambar 3.17. Pengujian Modulus Elastisitas	77
Gambar 3.18. Bagan Alir Proses Penelitian.....	78
Gambar 4.1. Gelas Ukur.....	87

Gambar 5.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar	104
Gambar 5.2. Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar	107
Gambar 5.3. Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar	110
Gambar 5.4. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	146
Gambar 5.5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	153
Gambar 5.6. Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton I.....	157
Gambar 5.7. Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton II.....	158
Gambar 5.8. Pengujian Modulus Elastisitas	161

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 ; $1\text{ml} = 1\text{cm}^3$)

W_a = Berat benda uji Keadaan Kering oven

W_{ssd} = 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 menjadikan beton sebagai bahan alternatif untuk dikembangkan baik bentuk fisik maupun metode pelaksanaannya.

Telah banyak sumber dari hasil-hasil penelitian didapat mengenai beton agar bisa menekan kekurangan-kekurangannya dan meningkatkan kelebihan-kelebihannya baik dengan memberikan bahan ganti maupun bahan tambahan. Dalam penelitian yang kami lakukan ini mencoba untuk

mengetahui sifat dari beton tersebut baik sifat mekanik maupun sifat fisiknya. Adapun bahan tambahan yang biasa digunakan untuk meningkatkan kelebihan-kelebihan pada beton adalah fly ash, super plasticizer, silica, dan lain-lain.

Dalam penelitian ini, kami menggunakan bahan tambahan tetes tebu. Tetes tebu adalah hasil sampingan atau limbah dari pabrik gula yang biasanya digunakan untuk bahan olahan alkohol dan sejenisnya. Untuk itu dari segi komposisi antara tetes tebu dan gula pasir tidak jauh beda. Berdasarkan referensi yang ada, bahan tambahan kimia pembantu yang berbahan dasar gula memiliki fungsi sebagai water reducer (pengurang air) dan retarder (memperlambat pengikatan). Selain itu beberapa senyawa kimia dari komposisi bahan mineral pembantu seperti fly ash, silica fume, dan superplastizer terdapat juga pada komposisi tetes tebu diantaranya SiO_2 dan CaO .

Berdasarkan Uraian di atas dilakukan suatu penelitian dengan judul Studi Penelitian Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Tetes Tebu (Variasi Kadar 1,2 % - 1,6%) terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Beton Pada Mutu 25 MPa.

1.2.Rumusan Masalah

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

1. Adakah pengaruh penambahan tetes tebu dengan variasi 1,2% - 1,6% terhadap sifat fisis dan mekanis beton pada mutu 25 Mpa ?
2. Berapa variasi yang menghasilkan nilai maksimum pada variasi tetes tebu 1,2% - 1,6% ?
3. Berapa nilai optimum dari penambahan variasi tetes tebu 1,2% - 2,8% ?

1.3.Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan tetes tebu dengan variasi 1,2% - 1,6 % terhadap sifat fisis dan mekanis beton pada mutu 25 Mpa.
2. Untuk mengetahui variasi yang menghasilkan nilai maksimum pada variasi tetes tebu 1,2% - 1,6%.
3. Untuk mengetahui nilai optimum dari dari variasi 1,2% - 2,8%.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

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

3. Memberikan informasi pada masyarakat tentang nilai optimum dari penambahan tetes tebu dalam meningkatkan kualitas beton.

1.5. Ruang Lingkup Bahasan

Ruang lingkup bahasan yang ditinjau adalah :

1. Besar pengaruh bahan tambahan tetes tebu terhadap sifat mekanis dan sifat fisis dari beton.
2. Besar variasi yang menghasilkan nilai maksimum pada variasi 1,2%-1,6%.
3. Besar variasi optimum pada variasi 1,2%-2,8%.

1.6. Batasan Penelitian

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

- Agregat halus yang digunakan adalah pasir lumajang.
- Agregat kasar digunakan batu ukuran 5 – 10 mm.
- Bahan tambahan yang digunakan adalah tetes tebu yang diambil dari Pabrik Gula Kebon Agung.
- Variasi tetes tebu 1,2% - 1,6 %.
- Untuk variasi tetes tebu 1,8 % - 2,2 % diperoleh dari data Deddy Kurniawan dan variasi tetes tebu 2,4 % – 2,8 % diperoleh dari data Yulian Yusuf M.
- Skala penelitian disesuaikan dengan persyaratan dan ketentuan laboratorium.
- Analisa kekuatan beton karakteristik (f'_c) adalah hasil percobaan.

- Pemeriksaan agregat yang dilakukan adalah :
 1. Berat isi.
 2. Analisa saringan agregat halus dan kasar.
 3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus.
 4. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
 5. Keausan agregat.
- Perencanaan campuran beton dengan metode DOE (Departemen Of Environment).

1.7. Hipotesis

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

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

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

Sedangkan hipotesis statistiknya dapat dirumuskan sebagai berikut :

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

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

Dimana :

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

H_{t1} = Campuran beton dengan bahan tambahan tetes tebu variasi 1,2%

H_{t2} = Campuran beton dengan bahan tambahan tetes tebu variasi 1,4%

H_{t3} = Campuran beton dengan bahan tambahan tetes tebu variasi 1,6%

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 hidrolik (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 betn, 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 keaatan beton yang dihasilkan. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25%-40%, dan agregat (agregat halus dan kasar) sekitar 60%-75%.

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

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

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

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

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

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 (SiO_2) sekitar 20%-25%, dan oksida besi serta almunia (Fe_2O_3 dan Al_2O_3) sekitar 7%-12%. Sifat-sifat semen Portland dapat dibedakan menjadi dua, yaitu sifat fisika dan sifat kimia.

- Sifat Fisika Semen Portland

- Kehalusan Butir semen mempengaruhi proses hidrasi. Wktu pengikatan (setting time) menjadi semakinlama jika butir semen lebih kasar. Kehalusan butir semen yang tinggi dapat

mengurangi terjadinya bleeding atau naiknya air ke permukaan, tetapi menambah kecenderungan beton untuk menyusut lebih banyak dan mempermudah terjadinya retak susut.

- Kepadatan (density)

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

- Konsistensi

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

- Waktu Pengikatan

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

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

- **Panas Hidrasi**

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

- **Perubahan Volume (Kekalan)**

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

- **Kekuatan Tekan**

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

- **Sifat dan Karakteristik Kimia Semen Portland**

- a) **Senyawa Kimia**

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

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

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

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

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

b) Sifat Kimia

- Kesegaran Semen

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

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

➤ Sisa yang Tak Larut (Insoluble Residue)

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

➤ Panas Hidrasi Semen

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

➤ Kekuatan Pasta Semen dan Faktor Air Semen (FAS)

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

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

b. Air

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

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

3. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:

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

c. Agregat Halus (Pasir)

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

d. Agregat Kasar (Kerikil dan Batu Pecah)

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

e. Bahan Tambahan

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

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

1. Bahan tambahan yang digunakan pada beton harus mendapat persetujuan terlebih dahulu dari pengawas lapangan.
2. Untuk keseluruhan pekerjaan, bahan tambahan yang digunakan harus mampu secara 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 almi murni atau terkalsinasi untuk digunakan sebagai bahan tambahan mineral pada beton semen porland” (ASTM C 618).

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

2.3. Mix Design (Metode DOE)

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

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

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

2.4. Perawatan Beton

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

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

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

2.5. Sifat-Sifat Beton

1. Sifat Fisis

Yang termasuk dari sifat fisis beton adalah :

- **Kemudahan Pengerjaan (Workability)**

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

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

- **Segregation (Pemisahan Kerikil)**

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

- **Bleeding**

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

- Porositas

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

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

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

Dimana :

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

W_{a} = berat benda uji keadaan kering oven

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

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

2. Sifat Mekanis

- Kuat Tekan Karakteristik

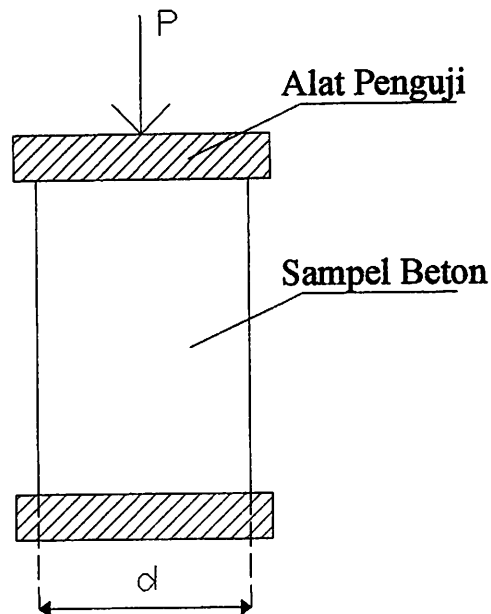
Nilai kuat tekan beton sangat identik dengan mutu beton yang diinginkan. Kuat tekan beton diambil berdasarkan kuat tekan pada umur 28 hari, karena nilai kuat tekan pada umur sebelum 28 hari banyak dipengaruhi oleh jalannya proses reaksi C_3S dan C_2S yang merupakan komponen karakteristik dari semen yang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

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

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



Gambar 2.1. Ilustrasi Kuat Tekan Karakteristik Silinder Beton

Keterangan :

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

P = beban maksimal (kg)

A = luas penampang benda uji (cm^2)

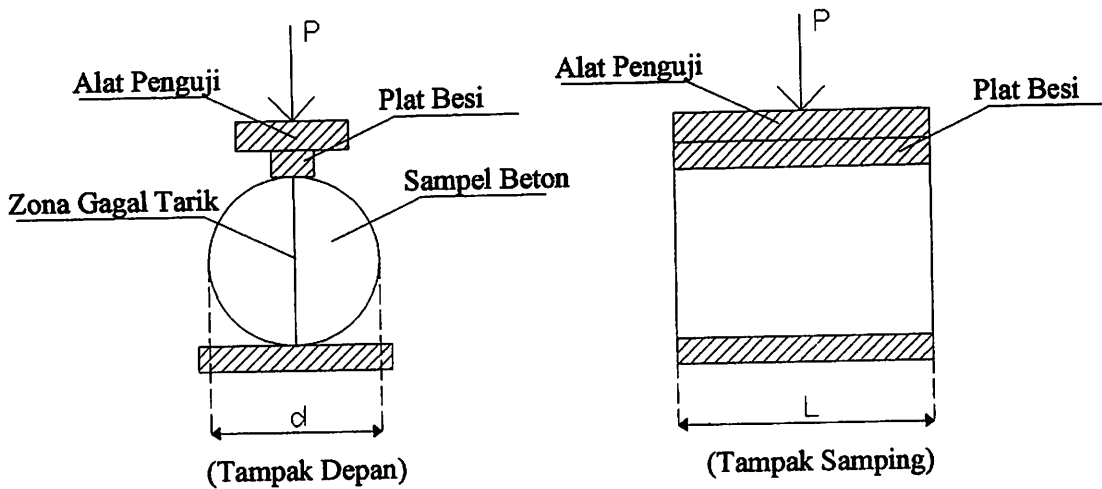
Fu = faktor umur (terlampir)

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

- Kuat Tarik belah

Kuat tarik belah dihitung dengan persamaan :

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



Gambar 2.2. Ilustrasi Kuat Tarik belah Silinder Beton

Keterangan :

σ_t = Kuat tarik belah (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

L = Tinggi/panjang benda uji (cm)

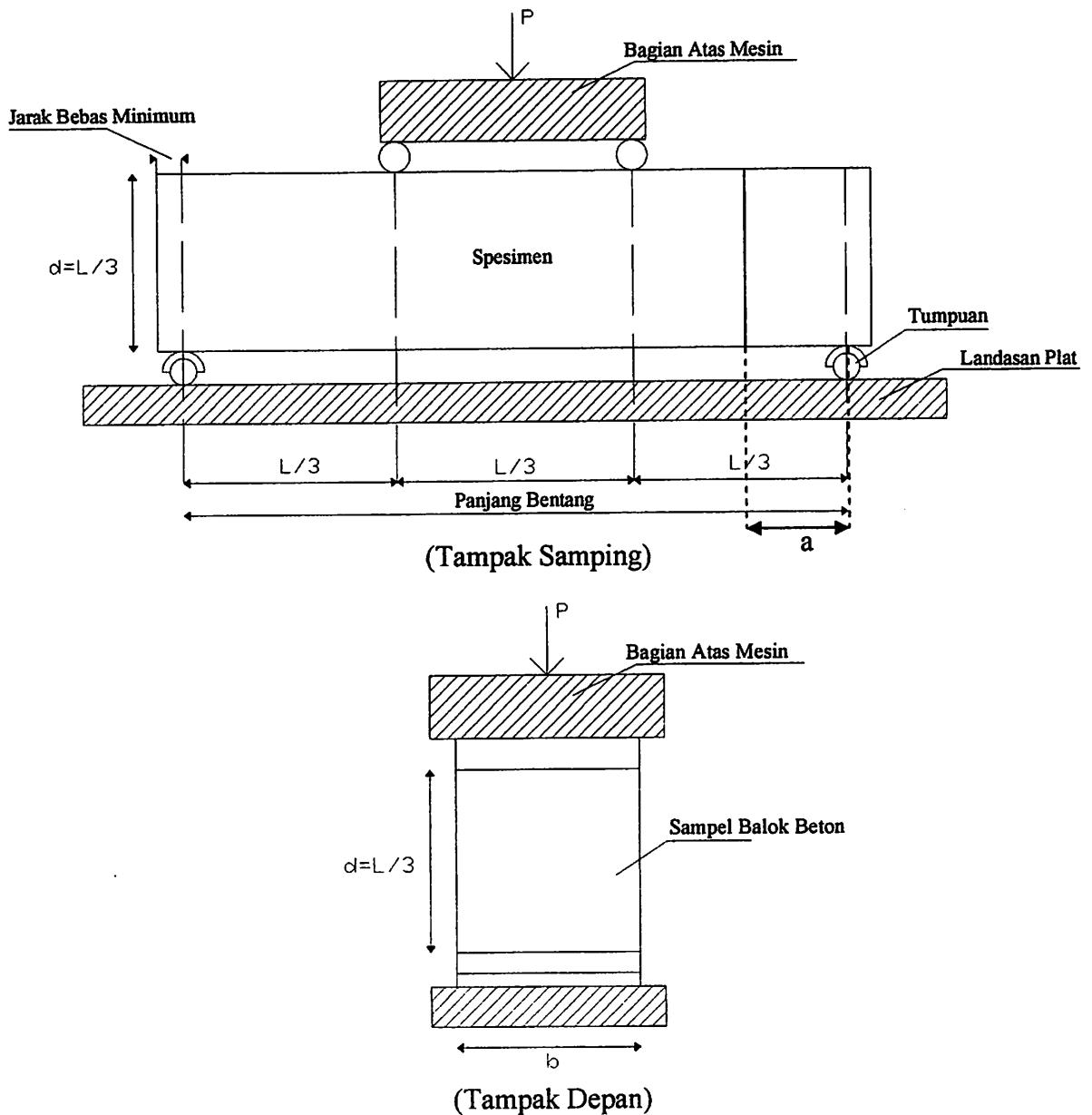
d = Diameter (cm)

- Kuat Tarik Lentur

Adapun persamaan yang digunakan adalah :

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

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



Gambar 2.3. Ilustrasi Kuat Lentur Balok Beton

Keterangan :

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

P = beban maksimum (kg)

L = Panjang maksimum benda uji (cm)

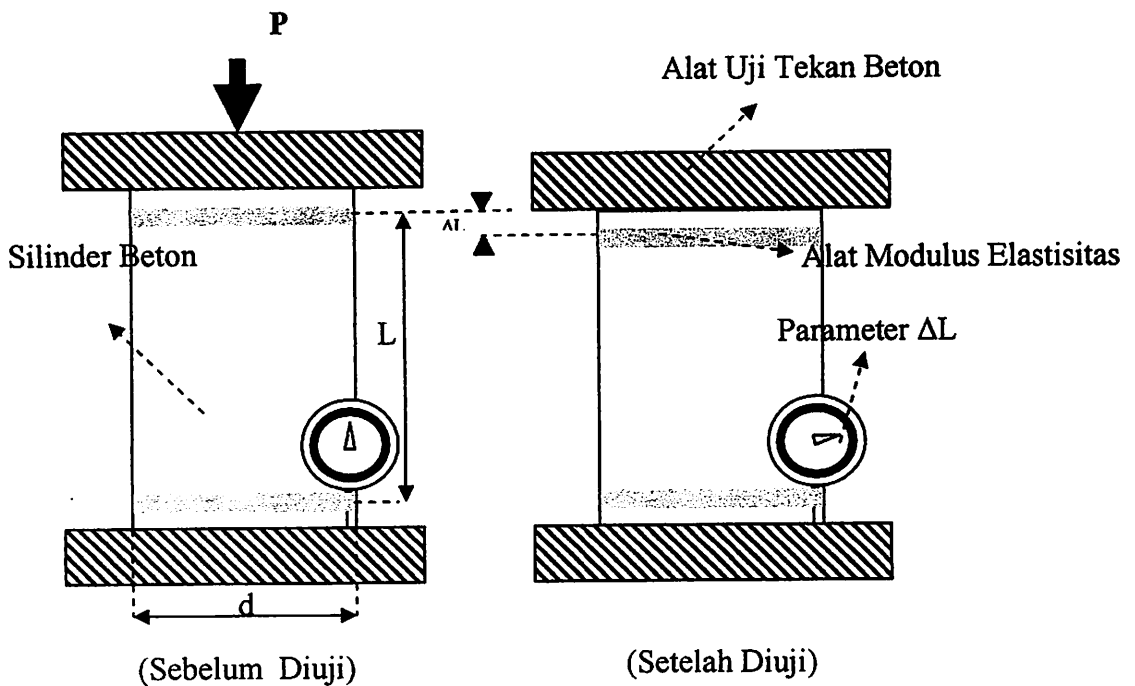
b = lebar benda uji (cm)

d = tinggi benda uji (cm)

a = jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik
perletakan terdekat diukur pada bagian tarik (cm)

- Modulus Elastisitas

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



Gambar 2.4. Ilustrasi Modulus Elastisitas

Keterangan :

E_c = Modulus Elastisitas (kg/cm^2)

ε = regangan

L = tinggi benda uji (cm)

ΔL = perubahan tinggi benda uji (cm)

2.6. Tetes Tebu

- Pengertian Tetes Tebu

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

- Komposisi Tetes Tebu

Secara umum tetes yang keluar dari sentrifugal mempunyai brix 85-92 dengan zat kering 77-84 %. Sukrosa yang terdapat dalam tetes bervariasi antara 25-40 %, dan kadar gula reduksi nya 12-35 %.

Untuk tebu yang belum masak biasanya kadar gula reduksi tetes lebih besar daripada tebu yang sudah masak. Komposisi yang penting dalam tetes adalah TSAI (Total Sugar as Inverti) yaitu gabungan dari sukrosa dan gula reduksi. Kadar TSAI dalam tetes berkisar antara 50-65 %. Angka TSAI ini sangat penting bagi industri fermentasi karena semakin besar TSAI akan semakin menguntungkan, sedangkan bagi pabrik gula kadar sukrosa menunjukkan banyaknya kehilangan gula dalam tetes. Semakin kecil kadar sukrosa maka penekanan kehilangan gula semakin optimum.

2.7. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berhubungan dengan penggunaan tetes tebu gula ini dilakukan oleh Tri Djoko Sri M (Jurusan Teknik Sipil Universitas Gunadarma) dengan judul **“Perbandingan Pengaruh Tetes Tebu Dan *Super Plasticizer* Terhadap Daya Kerja Dan Kuat Tekan Beton Rencana K-225”** yang menyimpulkan beton yang menggunakan tetes tebu mempunyai tingkat daya kerja (*workability*) yang baik dibandingkan *super plasticizer* dan yang tidak menggunakan zat tambahan. Tingkat keenceran tetes tebu juga lebih baik, karena dari sifatnya, yaitu tetes tebu berfungsi membuat beton mudah dikerjakan kesimpulan lainnya menyatakan bahwa beton yang menggunakan campuran tetes tebu 2% memberikan penurunan nilai kekuatan untuk 28 hari sebesar 7,27 % dibandingkan control sebesar 5,38% untuk konsentrasi 1%.

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

2.8. Interval Kepercayaan

Dalam pengujian ini, digunakan interval konfiden 95%. Hal ini berarti bahwa toleransi kesalahan yang diijinkan hanyalah sebesar 5%, sedangkan sisanya (95%) adalah data-data yang dapat dipercaya. Data-data yang tidak memenuhi syarat tersebut akan dibuang, sehingga tertinggal data-data yang valid yang siap untuk diuji statistik (Sudjana,1982).

Untuk menguji suatu data dengan interval kepercayaan, maka diambil sekelompok data lalu dihitung secara statistik untuk menentukan titik taksiran. Adapun langkah-langkah untuk menentukan titik taksiran sebagai berikut :

1. Nilai Rata-Rata Simpangan

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

2. Nilai Varian

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

3. Nilai Simpangan Baku

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

4. Nilai Batas Bawah Dan Batas Atas (Interval)

$$\text{Batas Bawah} = \bar{X} - (t_{0.975} \times \frac{S}{N^{1/2}})$$

$$\text{Batas Atas} = \bar{X} + (t_{0.975} \times \frac{S}{N^{1/2}})$$

Keterangan :

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

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

γ = Koefisien kepercayaan

$$dk = n - 1$$

n = Jumlah sampel

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

2.9. Analisa Hipotesis

Ada dua bentuk hipotesis yaitu :

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

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

a. Distribusi Binominal

Distribusi binominal adalah suatu distribusi probabilitas yang dapat digunakan bilamana suatu proses sampling dapat diasumsikan sesuai dengan proses bernoulli. Misalnya, dalam perlemparan sekeping uang logam sebanyak 5 kali, hasilnya setiap ulangan mungkin muncul sisi gambar atau sisi angka, begitu pula bila kartu diambil berturut-turut, kita dapat memberi label “berhasil” bila kartu yang diambil adalah kartu merah atau “gagal” bila yang diambil adalah kartu hitam. Ulangan-ulangan tersebut bersifat bebas dan peluang keberhasilan setiap ulangan tetap sama, yaitu sebesar setengah. (Ronald E. Walpole)

b. Distribusi Poison

Distribusi poisson adalah banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu selang waktu atau daerah tertentu, tidak bergantung pada banyaknya hasil percobaan yang terjadi pada selang waktu atau daerah lain yang terpisah. Peluang terjadinya suatu hasil percobaan selama suatu selang waktu yang singkat sekali atau dalam suatu daerah yang

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

c. Distribusi Normal (Z)

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

d. Distribusi Student (t)

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

e. Distribusi Chi Kuadrat (X^2)

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

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

f. Distribusi Fisher (F)

Merupakan distribusi yang 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).

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

4. Mean Kuadrat Antar Kelompok (MK Antara).

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

5. Mean Kuadrat Dalam Kelompok (MK Dalam).

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

6. Mencari F_{hitung} .

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

Dimana :

N = Jumlah seluruh anggota sampel.

m = Jumlah kelompok sampel

2.9.2. Analisa Varian Dua Arah

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

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

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

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

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

3. Mencari nilai jumlah kuadrat baris (JK baris)

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

4. Mencarai nilai jumlah kuadrat bagian (JK bagian)

$$JK \text{ bagian} = \sum \left[\frac{(\sum X_{bag})^2}{n_{bag}} + \frac{(\sum X_{bag2})^2}{n_{bag2}} + \dots + \frac{(\sum X_{bagN})^2}{n_{bagN}} \right] - \frac{(\sum X_{Total})^2}{N}$$

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)

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

Dimana : $dk \text{ kolom} = k - 1$, $k = \text{jumlah kolom}$

$dk \text{ baris} = b - 1$, $b = \text{jumlah baris}$

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

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

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

11. Mencari nilai Fhitung

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

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

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

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

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

3.2. Metode Penelitian

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

3.3. Peralatan dan Bahan

3.3.1. Peralatan

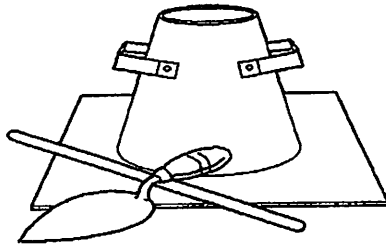
Peralatan yang digunakan antara lain:

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

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

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

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



Gambar 3.1. Peralatan Slump Test

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

3.3.2. Bahan

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

3.4. Populasi dan Sampel

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

Tabel 3.1. Variasi Benda Uji

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

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

3.5. Rancangan Penelitian

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

3.6. Pelaksanaan Pengujian Material

3.6.1. Pemeriksaan Berat Isis

I. Tujuan

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

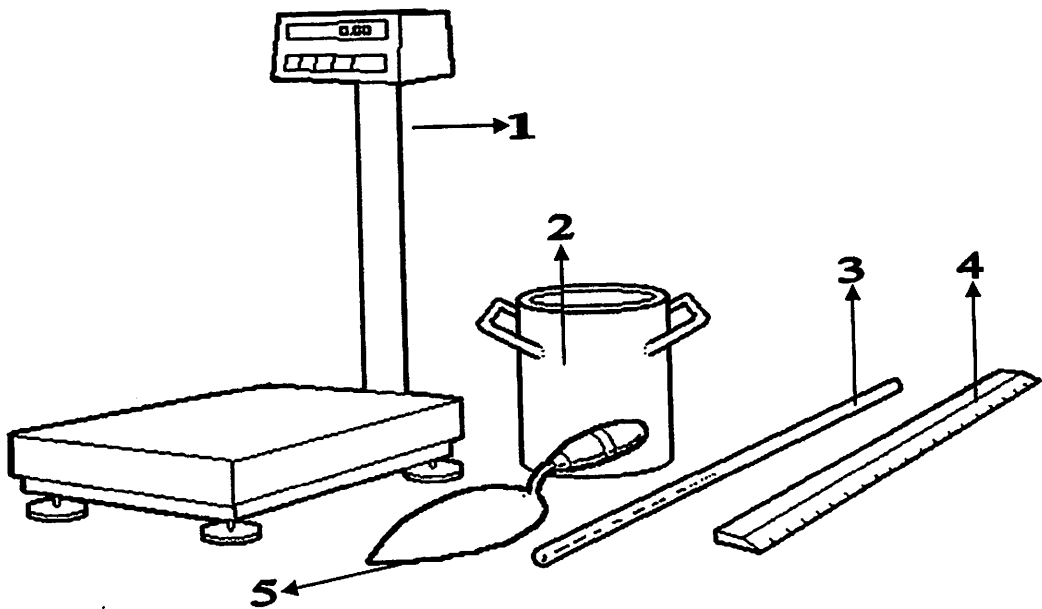
II. Peralatan

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

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

Tabel 3.2. Dimensi Wadah Baja

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



Gambar 3.2. Aparatus Pemeriksaan Berat Volume Agregat

Keterangan :

- 1. Timbangan
- 2. Wadah Baja Berbentuk Silinder
- 3. Tongkat Pemadat

4. Mistar Perata

5. Sekop

II. Bahan-Bahan

Bahan yang di gunakan adalah agregat kasar dan agregat halus.

III. . Langkah-Langkah

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

Berat isi lepas :

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

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

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

- Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Menimbang dan catatlah berat wadah + benda uji (W_2).
 - Menghitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
- a. Berat isi agregat ukuran butir antara 38,1 mm ($1\frac{1}{2}$ ") sampai 101,1 mm (4") dengan cara penggoyangan :
- Menimbang dan Mencatat berat wadah (W_1)
 - Mengisi wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal.
 - Setiap lapis di padatkan dengan cara menggoyang-goyangkan wadah dengan prosedur sebagai berikut :
 - ✓ Wadah di letakkan di atas tempat yang kokoh dan datar, angkatlah salah satu sisinya kira-kira setinggi 5 cm kemudian lepaskan.
 - ✓ Ulangi hal ini pada sisi yang berlawanan. Padatkan lapisan sebanyak 25 kali untuk setiap sisi.
 - Meratakan permukaan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 - Menimbang dan mencatat berat wadah + benda uji (W_2).
 - Menghitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

3.6.2. Analisis Sarinagn Agregat Kasar dan Halus

I. Tujuan

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

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

II. Peralatan

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

Tabel 3.3. Ukuran Saringan Untuk Agregat Kasar

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

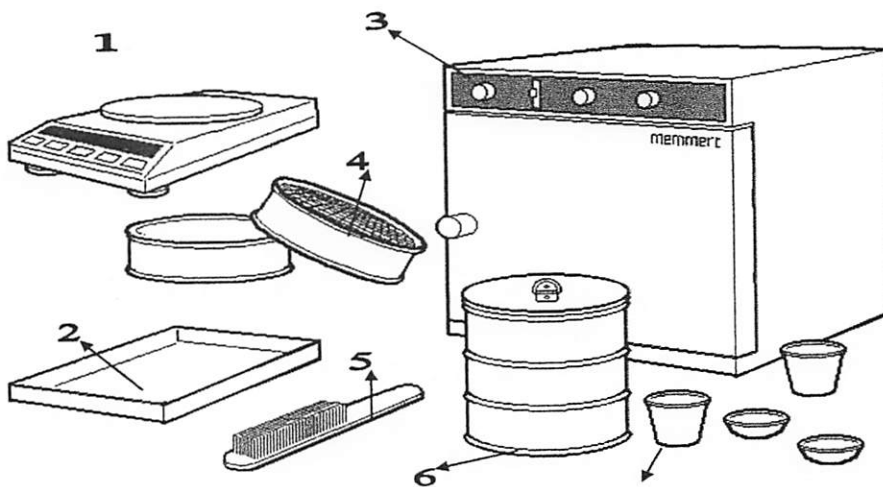
-	12.50	1/2	Perangkat saringan untuk agregat kasar ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 12.5 mm – 1.19 mm) Berat minimum contoh 2.5 kg
-	9.50	3/8	
No. 4	4.76	-	
No. 8	2.38	-	
No. 16	1.19	-	

Sumber : Pedoman Praktikum

Tabel 3.4. Ukuran Saringan Untuk Agregat Halus

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

Sumber : Pedoman Praktikum



Gambar 3.3. Aparatus Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus

Keterangan : 1. Timbangan

2. Talam

3. Oven

4. Saringan

5. Sikat

6. Seperangkat Saringan

7. Alat Pemisah Contoh

III. Bahan-Bahan

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempatan.

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

IV. Langkah-Langkah

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

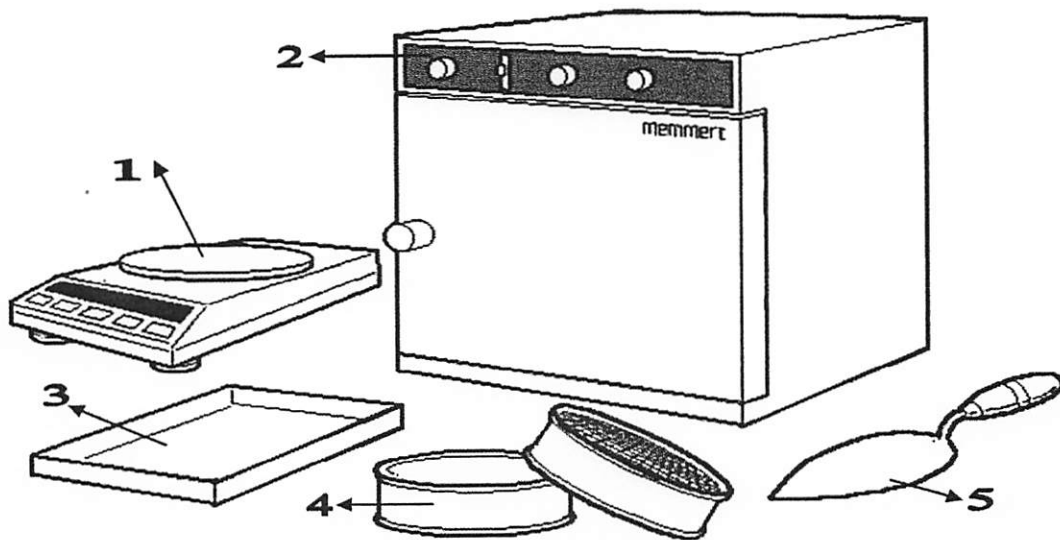
3.6.3. Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No. 200

I. Tujuan

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

II. Peralatan

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



Gambar 3.4. Aparatus pemeriksaan bahan lolos saringan No. 200

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

III. Bahan-Bahan

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

Tabel 3.5. Berat Minimum Untuk Ukuran

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

Sumber : Pedoman Praktikum

IV. Langkah-Langkah

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

3.6.4. Pemeriksaan Kotoran Organik

I. Tujuan

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

II. Peralatan

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

III. Bahan-Bahan

Contoh pasir dengan volume 115 ml.

IV. Langkah-Langkah

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

3.6.5. Pemeriksaan Kadar Lumpur Dalam Agregat Halus

I. Tujuan

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

II. Peralatan

- a. Gelas ukur
- b. Alat pengaduk

III. Bahan-Bahan

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

IV. Langkah-Langkah

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

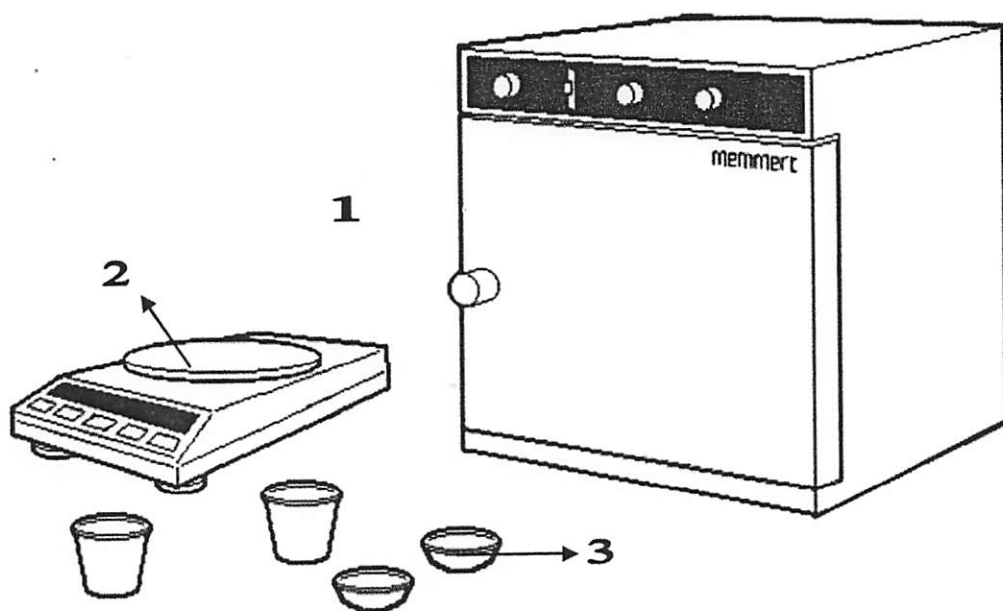
3.6.6. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

I. Tujuan

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

II. Peralatan

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



Gambar 3.5. Aparatus Untuk Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Keterangan : 1. Oven

2. Timbangan

3. Alat Pemisah Contoh

III. Bahan-Bahan

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

Tabel 3.6. Ukuran Maksimum dan Berat Minimum

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

Sumber : Pedoman Praktikum

IV. Langkah-Langkah

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

3.6.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

I. Tujuan

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

II. Peralatan

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

III. Bahan-Bahan

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

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

IV. Langkah-Langkah

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

3.6.8. Pengujian Keausan Agregat (Abrasi Test)

I. Tujuan

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar yang lebih kecil dari 37,5 mm ($1\frac{1}{2}$ "") terhadap keausan menggunakan alat *Los Angeles*.

II. Peralatan

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

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

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

III. Bahan-Bahan

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

Tabel 3.7. Tabel Gradasi Untuk Percobaan Los Angles

Ukuran saringan		Berat dan gradasi benda uji (gram)			
Lewat (mm)	Tertahan (mm)	A	B	C	D
37,5 (1 ½”)	25,0 (1”)	1250 ± 25	-	-	-
25,0 (1”)	19,0 (¾”)	1250 ± 25	-	-	-
19,0 (¾”)	12,5 (½”)	1250 ± 25	2500 ± 25	-	-
12,5 (½”)	9,5 (⅜”)	1250 ± 25	2500 ± 25	-	-
9,5 (⅜”)	6,3 (¼”)	-	-	2500 ± 25	-
6,3 (¼”)	4,75 (No.4)	-	-	2500 ± 25	-
4,75 (No.4)	2,36 (No. 8)	-	-	-	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10
Jumlah bola		12	11	8	6
Berat bola (gram)		5000 ± 25	4584 ± 25	3330 ± 25	2500 ± 25

Sumber : Pedoman Praktikum

IV. Prosedur Penelitian

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

V. Perhitungan

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

Dimana :

a = Berat benda uji semula (gram)

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

3.7. Pelaksanaan Benda Uji Mortar

3.7.1. Persiapan Pembuatan Campuran Mortar

A. Tujuan

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan :

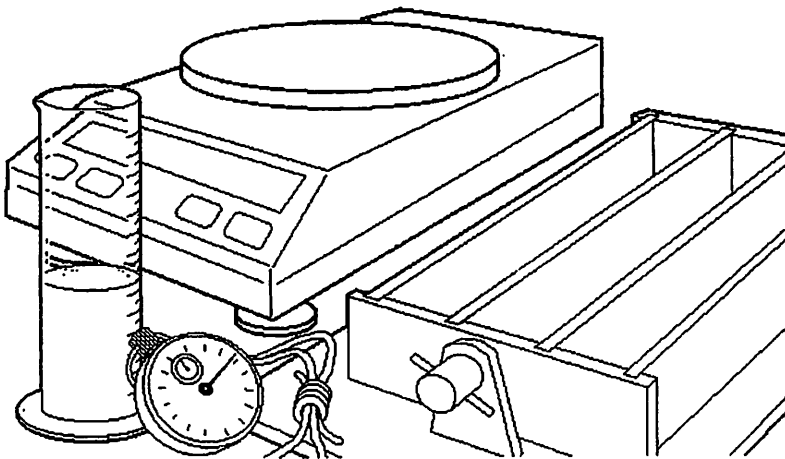
- a. kekuatan tekan mortar semen portland dengan contoh benda uji berbentuk kubus berukuran $(5 \times 5 \times 5)$ cm.
- b. Kekuatan tarik aksial mortar semen portland dengan contoh benda uji Briquette.
- c. Kekuatan lentur tarik mortar semen portland dengan benda uji $(40 \times 40 \times 160)$ mm.

B. Peralatan

- a. Neraca, kapasitas 2000 gram dengan ketelitian 0,1 % dari berat contoh.
- b. Gelas ukur, dengan ketelitian 2 ml. Alat pengaduk, (ASTM C.305-65).

Gambar no. 2 PA – 0103-76.

- c. Stop watch, sendok perata, dan pengukur leleh.
- d. Meja leleh (flow table, ASTM C.230-68).
- e. Cetakan kubus (5 x 5 x 5) cm, dan alat pemadat.
- f. Mesin tekan, dengan ketelitian pembacaan 1%
- g. Pasir Ottawa.
- h. Air suling $\pm 500 \text{ cm}^3$.
- i. Cetakan Briquette
- j. Cetakan (4 x 4 x 16) cm



Gambar 3.6. Aparatus Pemeriksaan Mortar Semen

C. Variasi Campuran Mortar

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

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

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

Sumber : Pedoman Praktikum

D. Benda Uji

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

E. Langkah-Langkah Percobaan

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

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

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

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

F. Hasil Percobaan

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

3.7.2. Perawatan Benda Uji Mortar

Langkah – langkah perawatan benda uji mortar adalah sebagai berikut :

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

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

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

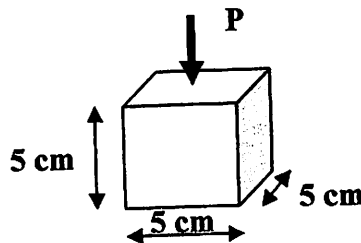
C. Pengujian

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 3.7. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Keterangan :

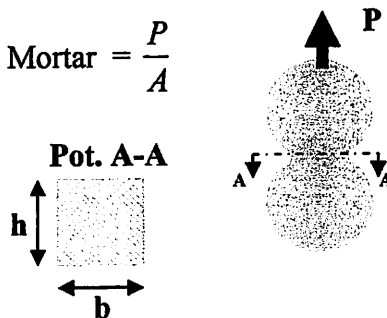
- P = beban maksimum (Kg)
- A = luas permukaan benda Uji (cm²)
- b = lebar benda uji (cm)
- h = panjang benda uji (cm)

d = tinggi benda uji (cm)

2. Kekuatan Tarik Aksial dan Lentur Mortar :

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

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



Gambar 3.8. Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar

Keterangan :

P = Gaya Aksial (kg)

A = Luas Penampang Putus (cm^2)

b = lebar penampang putus (cm)

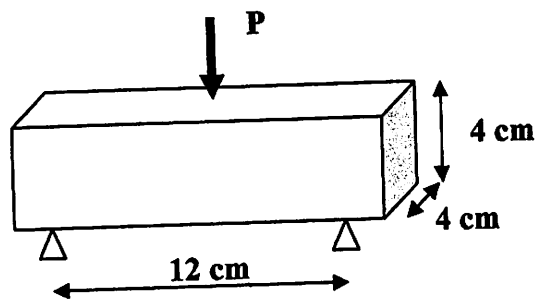
h = panjang penampang putus (cm)

- Persamaan Kuat Tarik Lentur Mortar

$$M_{\max} = \frac{1}{4} x P x L$$

$$W = \frac{1}{6} x b x h^2$$

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



Gambar 3.9. Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar

Keterangan :

P = Gaya Tekan (kg)

$M_{\max}$ = Momen Maksimum (kgcm)

W = Momen tahanan penampang (cm^3)

L = Panjang Bentang (cm)

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

3.8. Pelaksanaan Benda Uji Beton

3.8.1. Pelaksanaan Campuran (Pengecoran)

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

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

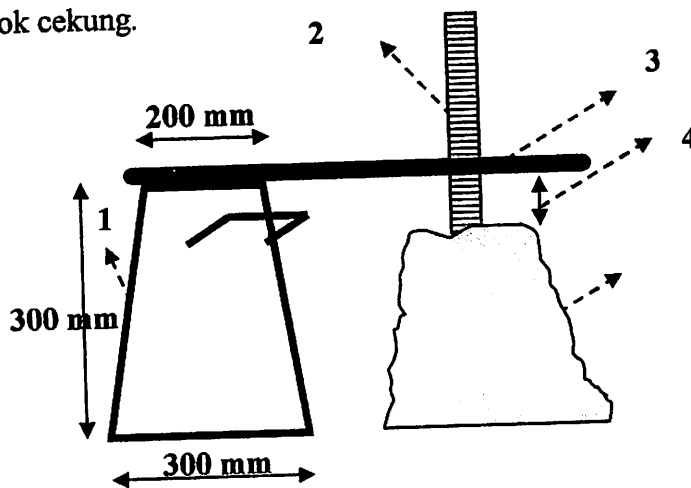
3.8.2. Uji Slump Beton (Workabilitas)

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 3.10. Pengujian Slump

Keterangan :

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

C. Prosedur Pelaksanaan

- Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
- Letakkan cetakan di atas pelat.

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

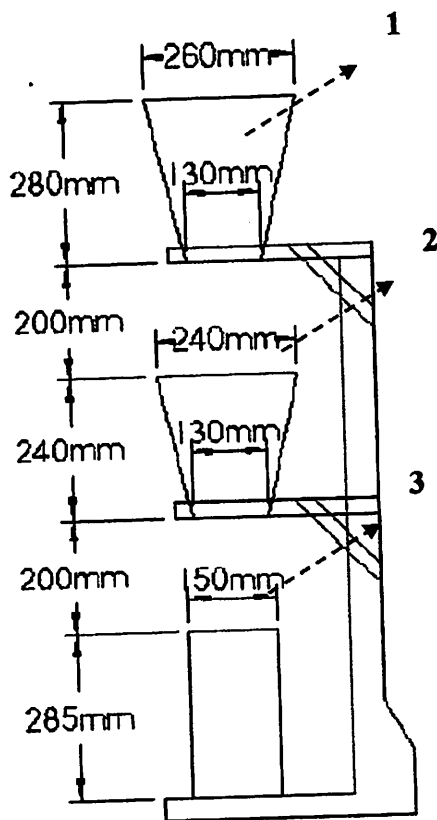
3.8.3. Uji Faktor Kepadatan (Workabilitas)

A. Tujuan

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

B. Peralatan

- a. Satu set alat compacting factor test
- b. Sendok campuran
- c. Ember
- d. Timbangan



Keterangan :

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

Gambar 3.11. Aparatus Compacted Factor Test

C. Prosedur Pekerjaan

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

3.8.4. Persiapan Cetakan dan Pembuatan Benda Uji Beton

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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

C. Prosedur Pelaksanaan

- a. Benda uji (silinder atau balok) harus dibuat dengan cetakan yang sesuai dengan bentuk benda uji. Cetakan disapu sebelumnya dengan

vaselin/lemak/minyak agar mudah nanti dilepaskan dari beton hasil cetakan.

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

D. Perawatan Benda Uji Beton

Langkah – langkah perawatan benda uji beton adalah sebagai berikut :

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

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

E. Persiapan Pengujian

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

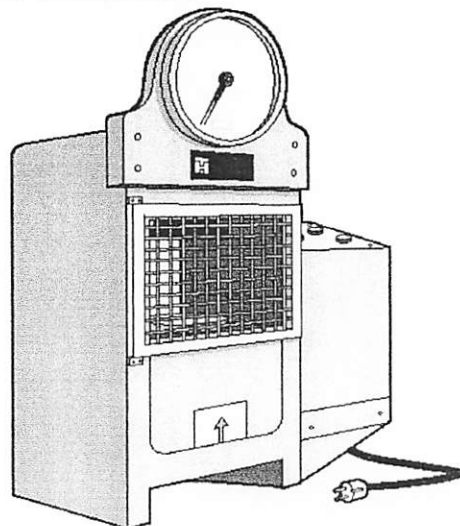
3.8.5. Pelaksanaan Pengujian Kuat Tekan, Tarik Belah dan Lentur Beton.

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 3.12. Alat Uji kuat Tekan

C. Pengujian

1. Kuat Tekan Beton :

- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentries
- Jalankan mesin uji tekan. Tekanan harus dinaikkan berangsur-angsur dengan kenaikan berkisar antara 4 kg/cm² s/d 6 kg/cm² per detik.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
- Lakukan langkah-langkah di atas sesuai dengan jumlah benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekan karakteristiknya.

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

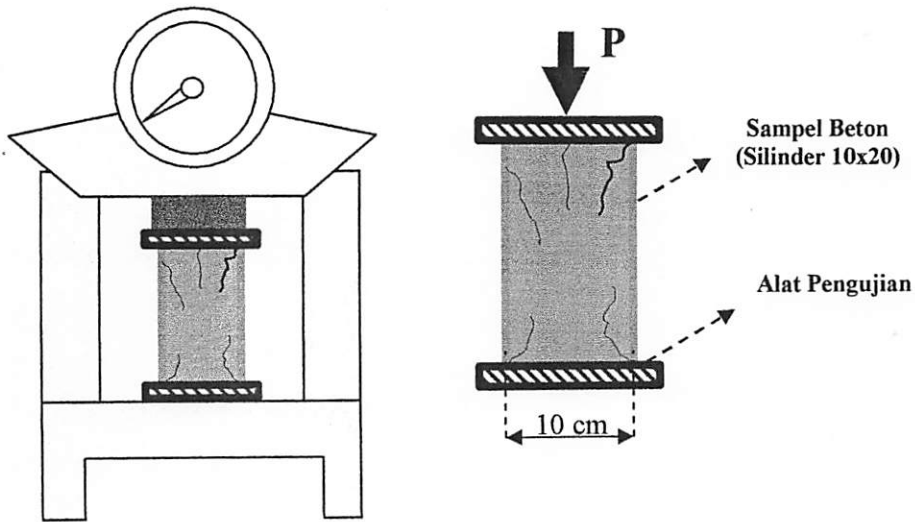
Keterangan :

f'_c = kuat tekan beton (kg/cm²)

P = beban maksimal (kg)

A = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$ = luas penampang benda uji (cm²)

Fu = faktor umur



Gambar 3.13. Pengujian Kuat Tekan

2. Kekuatan Tarik belah :

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

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

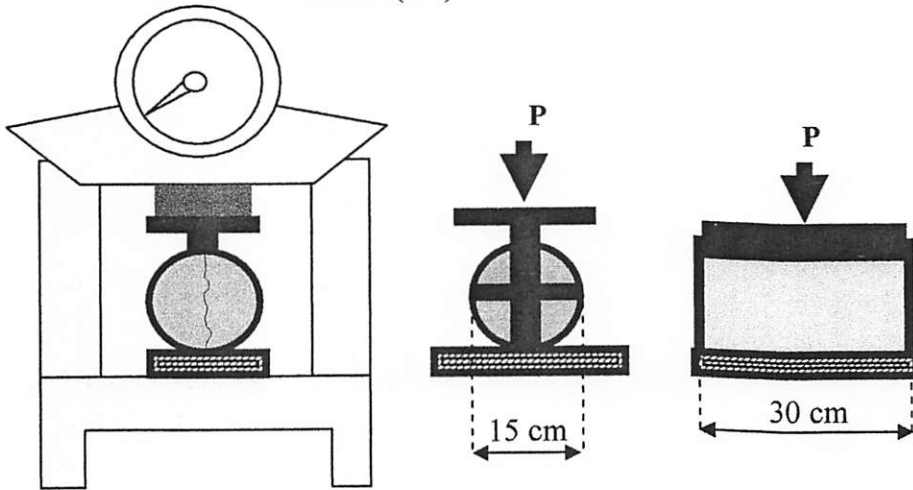
Keterangan :

σ = Kuat tarik belah (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

L = Tinggi/panjang benda uji (cm)

d = Diameter (cm)

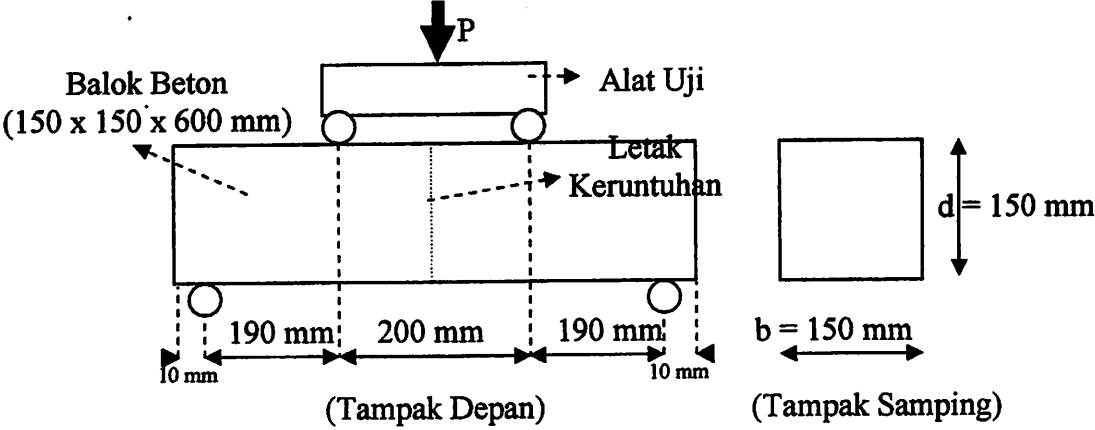


Gambar 3.14. Pengujian Tarik belah Beton

3. Kuat Tarik Lentur

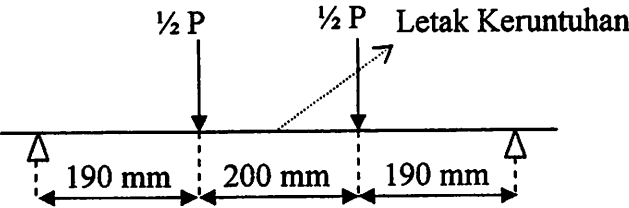
- Ambillah benda uji dari tempat perawatan
- Timbang dan catatlah berat benda uji
- Letakkan benda uji pada mesin lentur secara sentries
- Jalankan mesin uji lentur.
- Lakukan pembebanan sampai benda uji patah dan catatlah beban maksimum yang terjadi pada saat benda uji patah.
- Lakukan langkah-langkah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

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



Gambar 3.15. Pengujian Kuat Tarik Lentur

Penurunan Rumus :



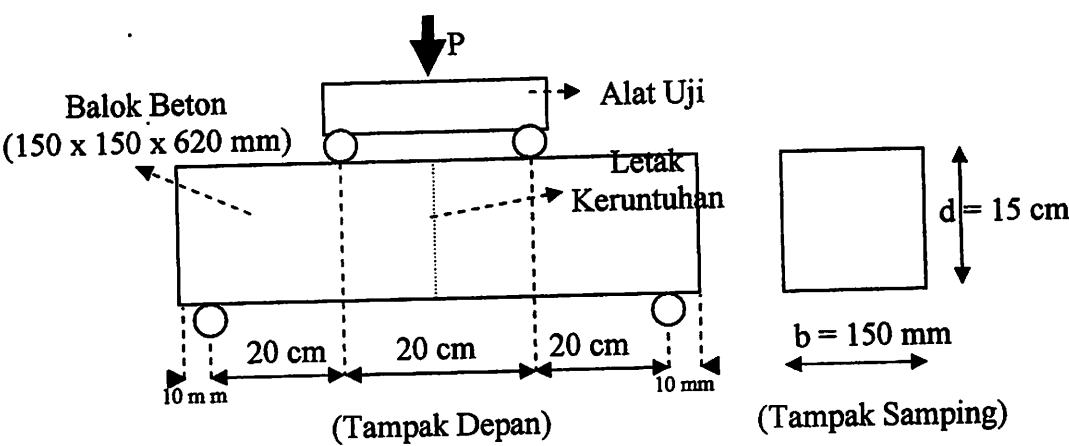
Momen :

$$M = \frac{1}{2} \cdot P \cdot 290 - \frac{1}{2} \cdot P \cdot 100$$
$$M = \frac{190}{2} P$$

Tegangang Lentur :

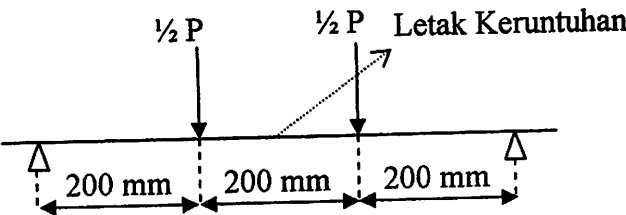
$$f_r = \frac{M}{W} = \frac{190/2 \cdot P}{1/6 \cdot b \cdot d^2}$$
$$f_r = \frac{570P}{b \cdot d^2}$$

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



Gambar 3.16. Pengujian Kuat Tarik Lentur

Penurunan Rumus :



Momen :

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

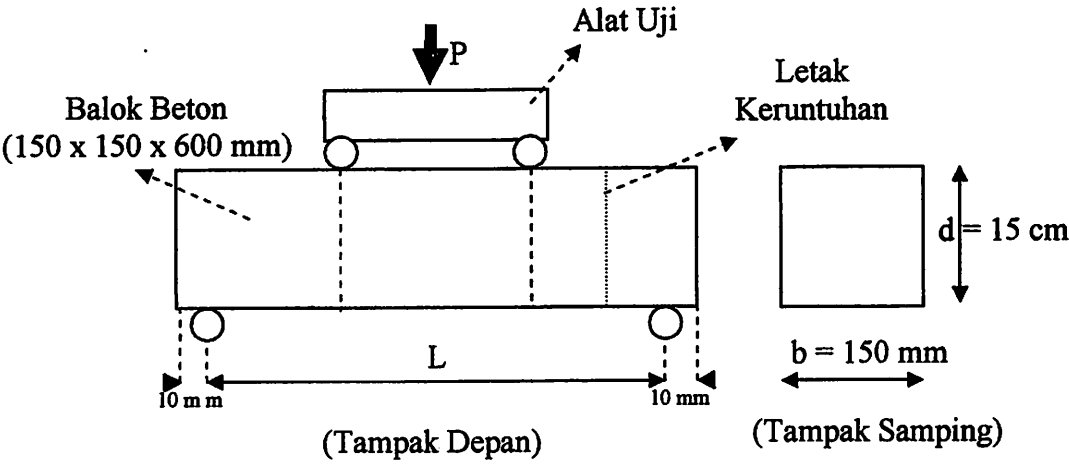
$$M = 100P$$

Tegangang Lentur :

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

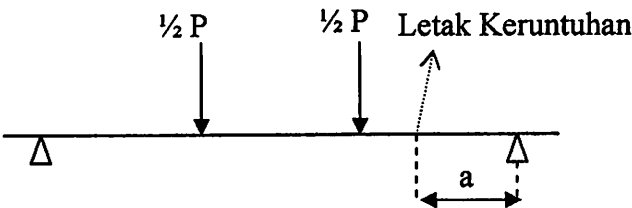
$$f_r = \frac{600P}{b \cdot d^2}$$

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

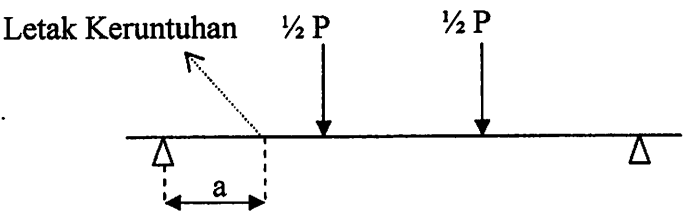


Gambar 3.17. Pengujian Kuat Tarik Lentur

Penurunan Rumus : (Keruntuhan Sebelah Kanan Bentang Tengah)



Penurunan Rumus : (Keruntuhan Sebelah Kanan Bentang Tengah)



Momen :

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

Tegangang Lentur :

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

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

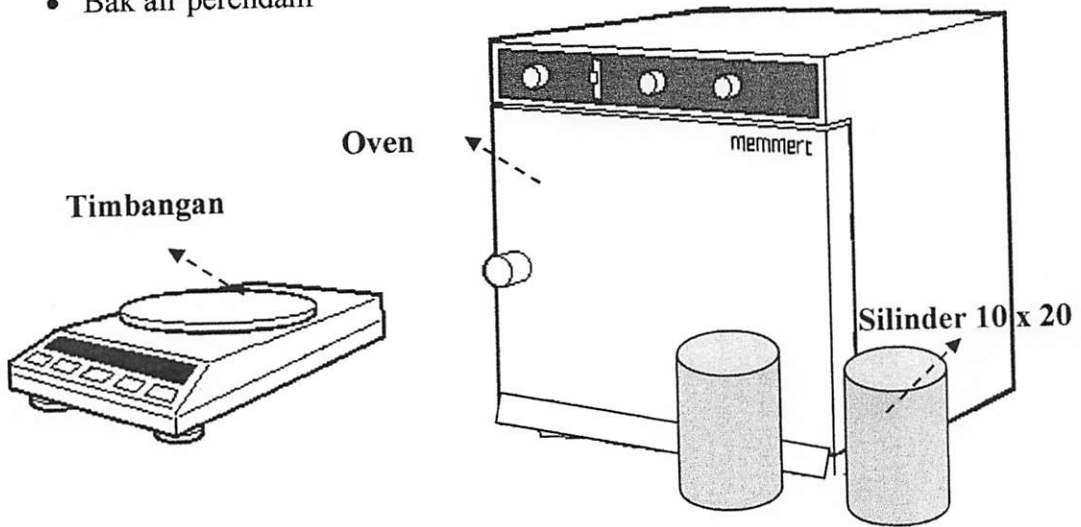
3.7.5 Pengujian Porositas

A. Tujuan

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

B. Peralatan

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



Gambar 3.16. Pengujian Porositas

C. Prosedur

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

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

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

Dimana :

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

W_a = berat benda uji keadaan kering oven

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

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

3.7.6 Pengujian Modulus Elastisitas

A. Tujuan

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

B. Perumusan

$$E_c = \frac{f_c}{\epsilon} \gg \epsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

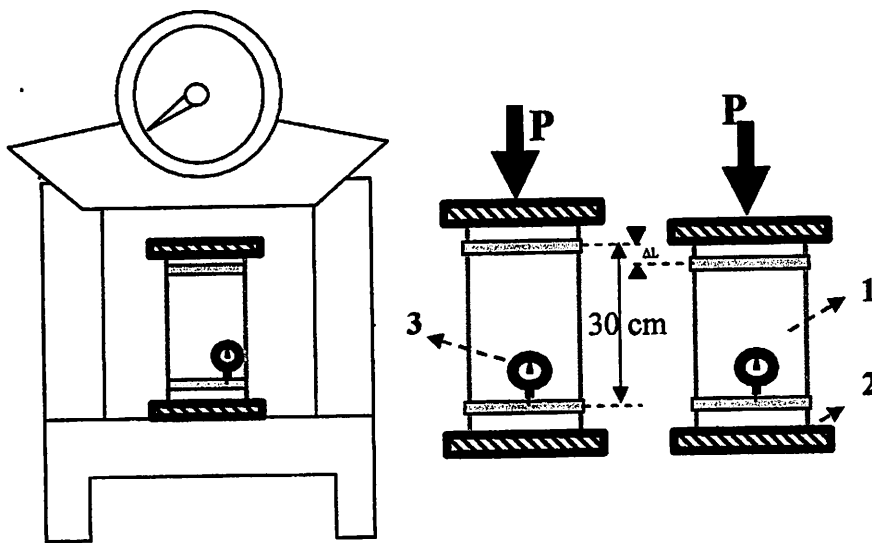
Keterangan :

E_c = Modulus Elastisitas (kg/cm^2)

ϵ = regangan

L = tinggi benda uji (cm)

ΔL = perubahan tinggi benda uji (cm)



Gambar 3.17. Pengujian Modulus Elastisitas

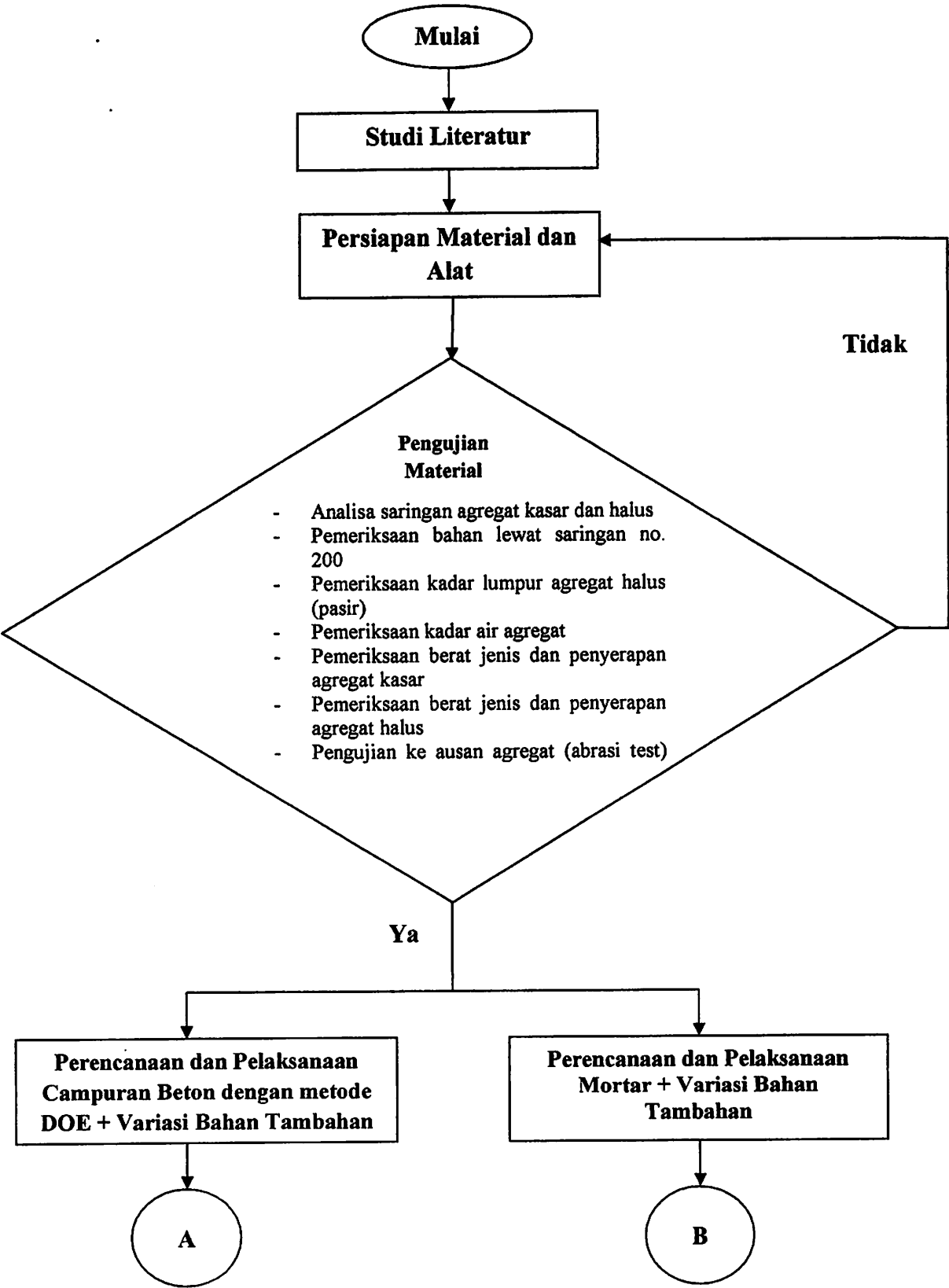
Keterangan :

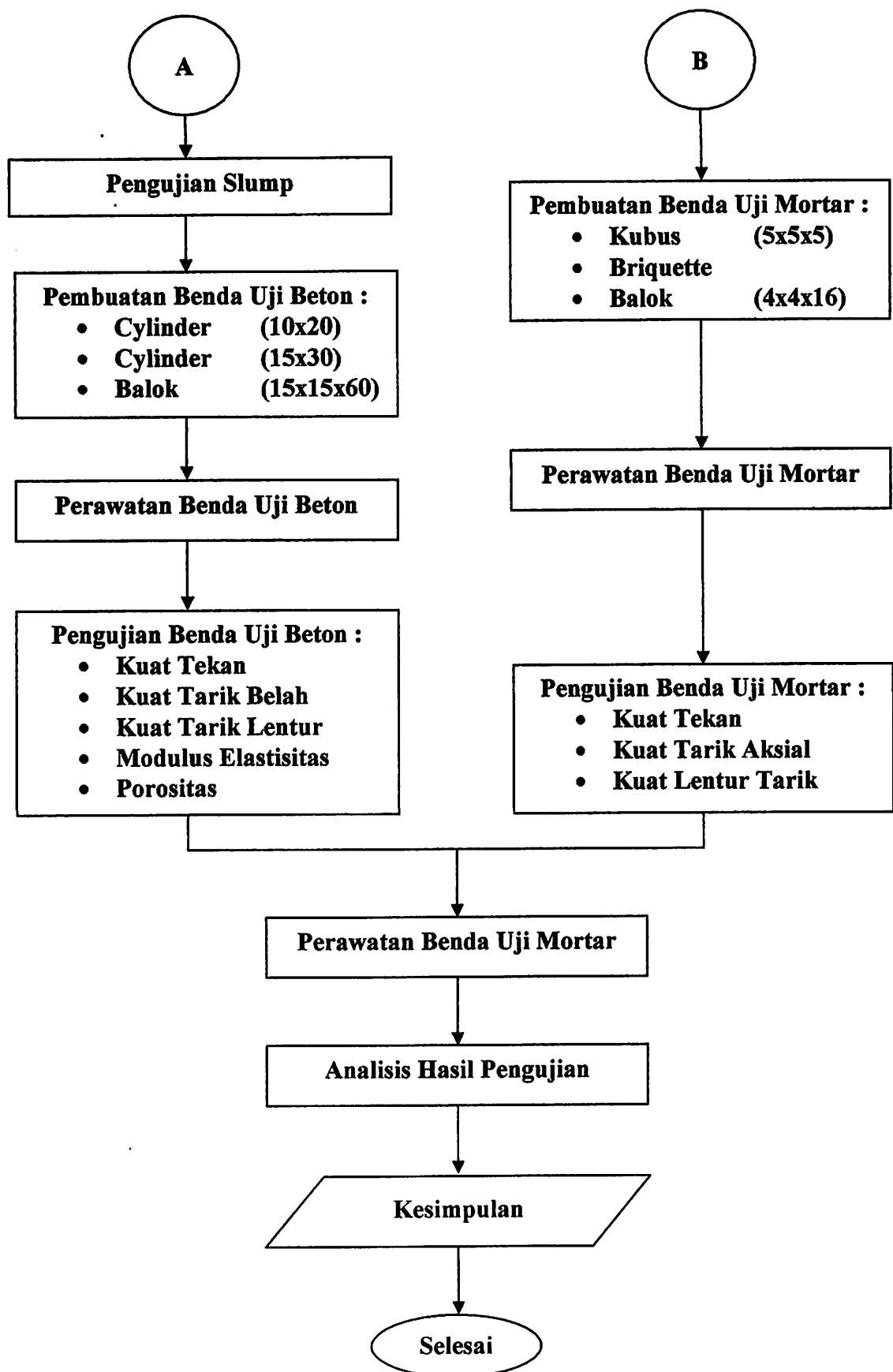
1. Sampel Beton
2. Alat Pengujian Tekan
3. Indikator Perubahan Panjang

C. Pelaksanaan

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

3.8. Bagan Alir Proses Penelitian





BAB IV

. PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENELITIAN

4.1. PENGUJIAN MATERIAL

4.1.1. Pemeriksaan Berat Isi

Dari Penelitian yang dilakukan, di dapatkan hasil sebagai berikut :

Perhitungan Agregat Halus (Lepas/Gembur)

Berat Tempas + Benda Uji (gr) :

I = 7450 II = 7460 III = 7480

Berat Tempas (gr) :

I = 3560 II = 3560 III = 3560

Berat Benda Uji (gr) :

I = 3890 II = 3900 III = 3920

Cara Perhitungan

Isi Tempas (cm³) :

I = 3000 II = 3000 III = 3000

Berat Isi Benda (gr/cm³) :

$I = \frac{3890}{3000} = 1,2967$ $II = \frac{3900}{3000} = 1.300$ $III = \frac{3920}{3000} = 1.3067$

Berat Isi Benda Uji rata – rata (gr/cm³) :

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

Perhitungan selanjutnya dapat ditabelkan....

Tabel 4.1. Berat Isi Agregat Halus

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

Tabel 4.2. Berat Isi Agregat Kasar

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

• **Kesimpulan**

Dari hasil percobaan di dapat :

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

⇒ Berat isi agregat halus :

Lepas / gembur : 1.3011 gr / cm³
 Padat : 1.4122 gr / cm³

⇒ Berat isi agregat kasar :

Lepas / gembur : 1.3626 gr / cm³
 Padat : 1.4426 gr / cm³

4.1.2. Analisis Saringan Agregat Kasar Dan Halus

Dari Penelitian yang di lakukan di dapat hasil sebagai berikut :

Analisis Saringan Agregat Halus (Pasir)

Diketahui Berat Total Benda Uji adalah 2000 gr

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

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

Tabel 4.3. Analisa Saringan Agregat Halus

Berat Contoh kering : 4000 gr

Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0.00	0.00	100.00
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0.00	0.00	100.00
19.1 mm (3/4")	0.00	0.00	0.00	100.00
9.6 mm (3/8 ")	0.00	0.00	0.00	100.00
4.75 mm (no. 4)	239.40	5.99	5.99	94.02
2.36 mm (no. 8)	408.50	10.21	16.20	83.80
1.18 mm (no. 16)	613.00	15.33	31.52	68.48
0.6 mm (no. 30)	756.10	18.90	50.43	49.58
0.3 mm (no. 50)	845.00	21.13	71.55	28.45
0.15 mm (no. 100)	835.90	20.90	92.45	7.55
0.075 mm (no. 200)	135.70	3.39	95.84	4.16
Pan	59.20	1.48	97.32	2.68

Sumber : Data Penelitian

Tabel 4.4. Analisa Saringan Agregat Kasar

Berat Contoh kering : 21350 gr

Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76.2 mm (3")	0.00	0.00	0.00	100.00
38.1 mm (1 1/2")	0.00	0.00	0.00	100.00
19.1 mm (3/4")	3.73	17.47	17.47	82.53
9.6 mm (3/8 ")	12.98	60.80	78.27	21.73
4.75 mm (no. 4)	4.02	18.83	97.10	2.90
2.36 mm (no. 8)	0.12	0.57	97.67	2.33
1.18 mm (no. 16)	0.04	0.17	97.84	2.16
0.6 mm (no. 30)	0.03	0.15	97.99	2.01
0.3 mm (no. 50)	0.06	0.26	98.25	1.75
0.15 mm (no. 100)	0.12	0.58	98.83	1.17
0.075 mm (no. 200)	0.15	0.69	99.52	0.48
Pan	0.09	0.44	99.96	0.04

Sumber : Data Penelitian

- **Kesimpulan**

Dari data percobaan didapat :

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

4.1.3. Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No. 200

Dari Penelitian yang di lakukan di dapatkan hasil sebagai berikut :

Contoh Perhitungan Jumlah Bahan Lolos saringan No 200

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

Dimana : W1 = berat benda uji semula (gram)

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

Diketahui :

- Berat benda uji kering (W_1) = 625 gr

- Setelah disaring di dapat data :

Berat talam (W_2) = 178.10 gr

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

Berat benda uji tertahan saringan No.200 (W_4)

$$= 802.8 - 178.10$$

$$= 624.7 \text{ gr}$$

Jumlah bahan lewat saringan No.200 dalam %

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

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel.

Tabel 4.5. Bahan Lolos Saringan No. 200

Berat benda uji kering	(W_1)	(gram)	625
Data benda setelah disaring dengan air, kemudian dikeringkan dengan oven			
Berat benda uji kering oven + talam	(W_3)	(gram)	802.8
Berat talam	(W_2)	(gram)	178.10
Berat benda uji tertahan saringan no.200	(W_4)	(gram)	624.7
Jumlah bahan lewat saringan no. 200			0.0048%

Sumber : Data Penelitian

- **Kesimpulan**

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

4.1.4. Pemeriksaan Kotoran Organik

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

Tabel 4.6. Pengelompokan Warna Uji Kadar

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

Sumber : Data Pengamatan

- **Kesimpulan**

Pada pemeriksaan kotoran organik ini didapat 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 dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

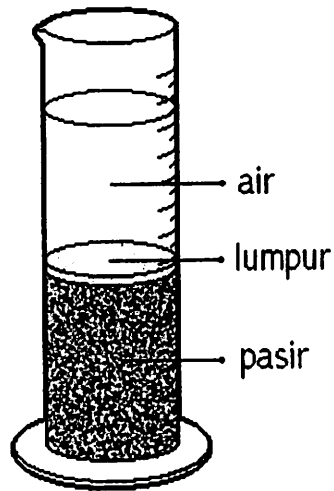
$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100 \%$$

Dimana :

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

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

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



Gambar 4.1. Gelas Ukur

- **Kesimpulan**

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

4.1.6. Pemeriksaan Kadar Air Agregat

Dari Penelitian yang di lakukan di dapatkan hasil sebagai berikut :

Contoh Perhitungan Kadar Air Agregat Kasar :

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

Dimana :

W_3 = berat contoh semula (gram)

W_5 = berat contoh kering (gram)

Contoh perhitungan kadar air agregat kasar (Keadaan Asli)

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

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

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

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

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

Kadar air rata-rata (%) :
$$= (3.15 + 4.03) / 2$$

$$= 3.590 \%$$

Hasil berikutnya dapat dilihat pada tabel.

Tabel 4.7. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

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

Sumber : Data Penelitian

Tabel 4.8. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

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

Sumber : Data Penelitian

• Kesimpulan

Dari hasil percobaan serta perhitungan diatas didapat :

1. KADAR AIR UNTUK AGREGAT KASAR BERUPA KERIKIL :

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

2. KADAR AIR UNTUK AGREGAT HALUS BERUPA PASIR :

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

4.1.7. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Dari Percobaan yang dilakukan, di dapatkan hasil sebagai berikut :

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

- Berat jenis semu (apparent)

$$\frac{B_k}{B_k - B_a}$$

- Penyerapan (absorpsi)

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \%$$

Dimana :

B_j = berat contoh kering permukaan jenuh = 5000 gram

B_k = berat contoh kering oven

B_a = berat contoh di dalam air

Contoh perhitungan :

- Berat jenis (Bulk) : $\frac{4776.3}{5000 - 3071.9} = 2.48$
- Berat jenis kering permukaan jenuh : $\frac{5000}{5000 - 3071.9} = 2.59$
- Berat jenis semu : $\frac{4776.3}{4776.3 - 3071.9} = 2.80$
- Penyerapan (absorpsi) : $\frac{5000 - 4776.3}{4776.3} \times 100\% = 4.68$

Perhitungan selanjutnya ditabelkan.

Tabel 4.9. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

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

Sumber : Data Penelitian

Tabel 4.10. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

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

Sumber : Data Penelitian

- **Kesimpulan**

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

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

Agregat Halus :

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

4.1.8. Pengujian Keausan Agregat (Abrasi Test)

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

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

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

- **Kesimpulan**

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

4.2. PERENCANAAN CAMPURAN (MIX DESIGN)

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

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

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

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

1. Kekuatan tekan karakteristik
= 25 Mpa = 25 N/mm²

= 25x $\frac{10^{-1}}{10^{-2}}$ Kg / cm²

= 250 kg/cm²

2. Deviasi Standart

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

Tabel 4.11. Deviasi Standar Berdasarkan Isi Pekerjaan

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

3. Margin Kekuatan
= 1,34 x S

= 1,34 x 6 = 8,04 Mpa

atau

= 2,33 x S – 3,5 (SNI 03-2847-2002)

= 2,33 x 6 – 3,5 = 10,48 Mpa

Dipakai yang terbesar yaitu 10,48 Mpa.

4. Kekuatan tekan rencana
= Kekuatan Tekan Karakteristik + Margin

kekuatan

= 25 + 10,48 = 35,48 Mpa

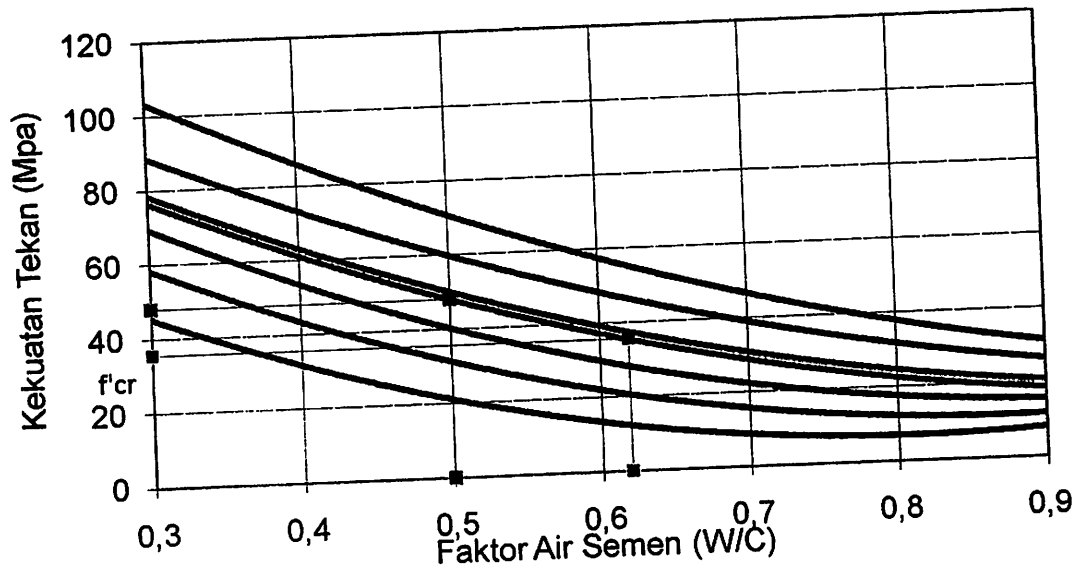
Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)

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

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

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi



Grafik 4.1. Grafik hubungan kekuatan tekan dengan W/C

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

W/C rasio rencana = 0,620

8. Faktor Air Semen

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

Tabel 4.13. jumlah semen minimum untuk kondisi terekspos

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

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

10. Slump rencana

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

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

Tabel 4.14. Nilai Slump yang disyaratkan sesuai dengan penggunaan beton

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

Slump rencana yang dipakai adalah 25-100 mm.

11. Maksimum agregat size dengan melihat agregat yang tertahan di saringan

no : $\frac{3}{4}$ / 19,1 mm dan di dapat Rata-rata agregat kasar 20 mm.

12. Kadar Air Bebas

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

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

Sumber : Pedoman praktikum Teknologi Bahan Konstruksi

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

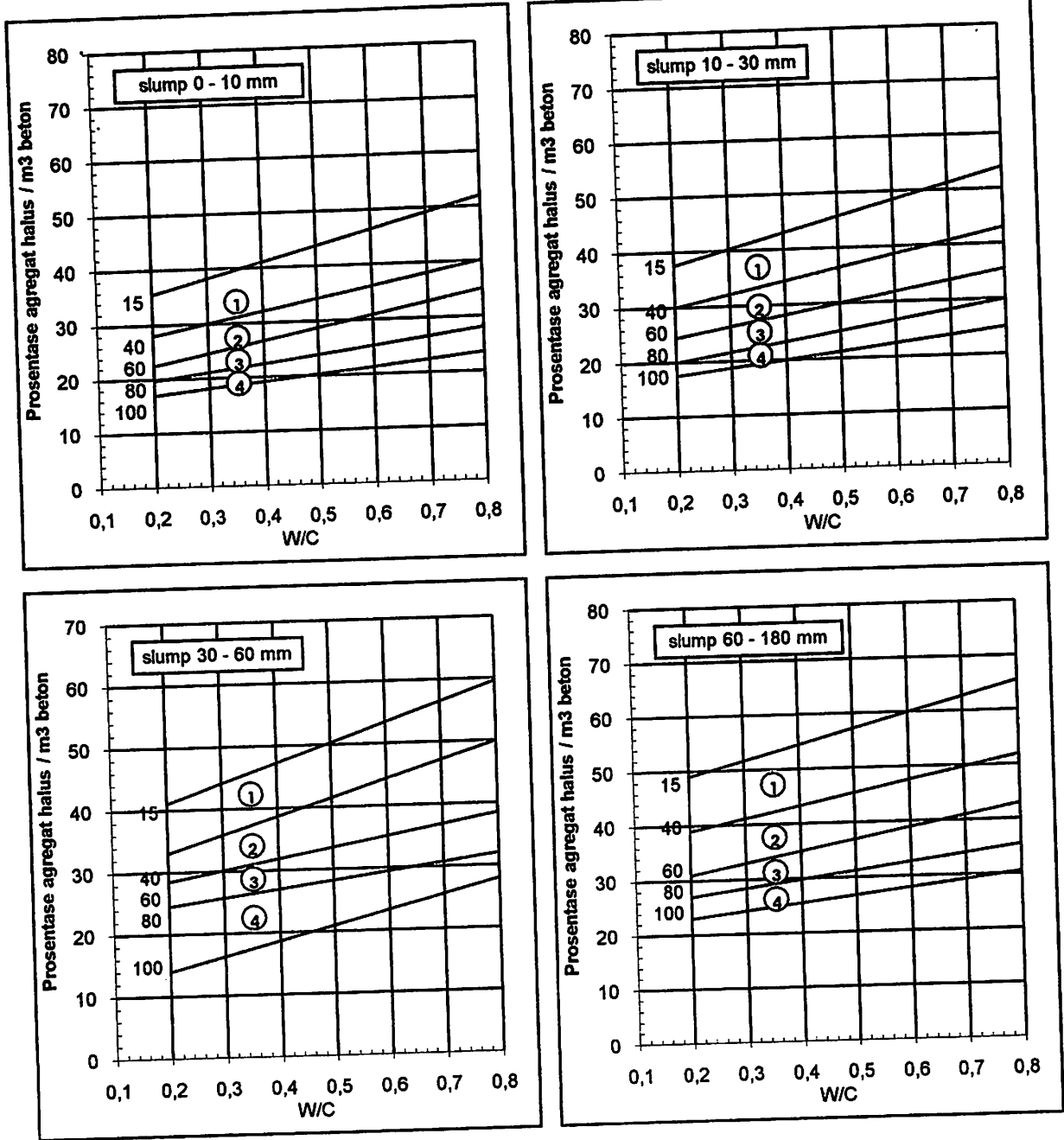
$$\begin{aligned}
 13. \text{ Pemakaian jumlah semen} &= \frac{KadarAirBebas}{FAS(rencana)} \\
 &= \frac{215}{0,620} = 346,77 \text{ kg/m}^3.
 \end{aligned}$$

14. Jumlah semen Minimum :

Jumlah semen minimum pada tabel 4.9. dengan W/C 0,625 diperoleh jumlah semen minimum 262,5 kg/m³

15. Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan adalah nilai terbesar antara jumlah pemakaian semen minimum (no.14) dengan jumlah semen (no 12) yaitu 346,77 kg/m³

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



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

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

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

18. Dari data pemeriksaan bahan maka didapat berat jenis agregat halus

(SSD) adalah 2,69

19. Dari data pemeriksaan bahan maka didapat berat jenis agregat kasar

(SSD) adalah 2,59

20. Berat jenis agregat gabungan :

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

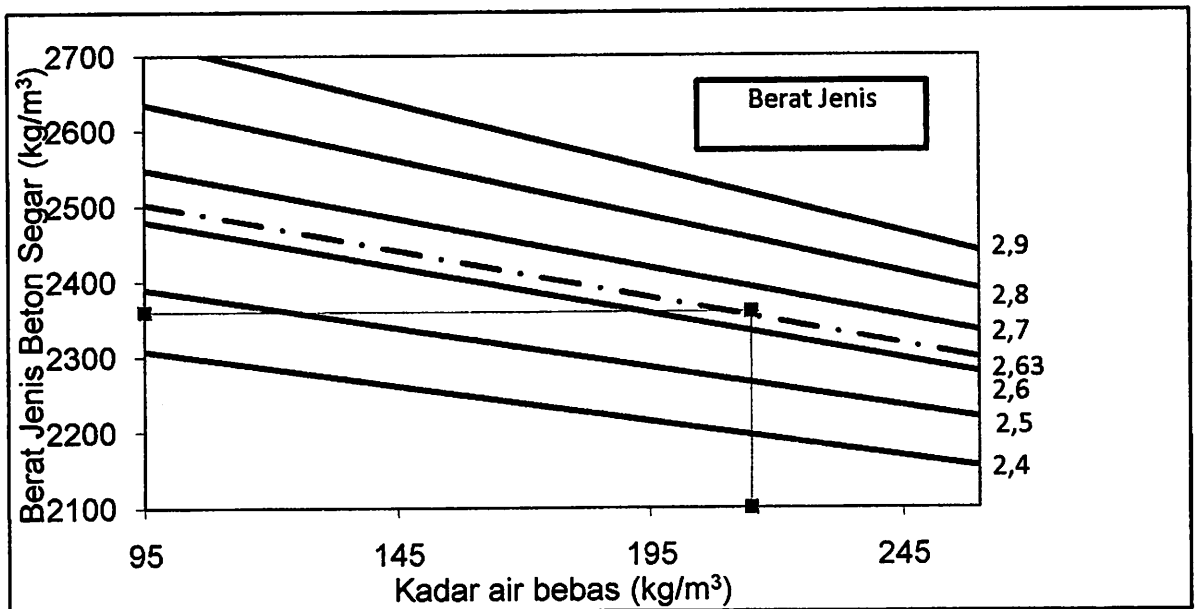
+ Proporsi agregat kasar (no.17) x berat jenis agregat kasar (SSD) no.19)

/100 %

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

= 2,63

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



Grafik 4.3. Perkiraan berat jenis beton segar

(Pedoman Praktikum Teknologi Bahan Kontruksi)

22. Total Jumlah Agregat

$$\begin{aligned} &= \text{Berat jenis beton basah (no.21)} - \text{Kadar air bebas (no.12)} - \text{jumlah} \\ &\quad \text{semen yang di rencanakan (no.15)} \\ &= 2360 - 215 - 346,77 \\ &= 1798,23 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. Jumlah Agregat halus

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Pr oporsi Agregat Halus (no.16)} \times \text{Jumlah Total Agregat (no.22)}}{100} \\ &= \frac{43,95 \times 1798,23}{100} \\ &= 790,32 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24. Jumlah Agregat Kasar

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Pr oporsi Agregat Kasar (no.17)} \times \text{Jumlah Total Agregat (no.22)}}{100} \\ &= \frac{56,05 \times 1798,23}{100} \\ &= 1007,91 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

25. Kadar air agregat halus (asli) : sesuai dengan tabel pemeriksaan maka
didapat = 9,47 %

26. Kadar air agregat kasar (asli) : sesuai dengan tabel pemeriksaan maka
didapat = 3,59 %

27. Kadar air agregat halus (SSD) : sesuai dengan pemeriksaan tabel maka di
dapat = 0,94 %

28. Kadar air Agregat kasar (SSD) : sesuai dengan pemeriksaan tabel maka
didapat = 4,77 %

29. Kelebihan air dalam agregat Halus

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

30. Kelebihan air dalam agregat Kasar

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

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

31. Jumlah Agregat Halus

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

32. Jumlah Agregat Kasar

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

33. Menentukan Jumlah Air

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

34. Komposisi Akhir Campuran

Dari perhitungan sebelumnya telah didapatkan jumlah per m^3

Semen : 346,77 kg

Agregat Halus : 857,72 kg

Agregat Kasar : 996,04 kg

Air : 159,47 kg

4.3. PERHITUNGAN KEBUTUHAN BAHAN

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

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji

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

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

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji

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

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

$$= 0,0162 \text{ m}^3$$

Keterangan : 1,2 merupakan nilai factor kehilangan

n = jumlah benda uji

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

Tabel 4.16. Kebutuhan Total Bahan untuk Pencampuran

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tetes Tebu (%)	Silinder 10 x 20 (kg)	Silinder 15 x 30 (kg)	Balok 15 x15 60(kg)	4 variasi (kg)
1.2	0.156	0.185	0.202	2.172
1.4	0.183	0.216	0.236	2.540
1.6	0.209	0.247	0.270	2.904

Tabel 4.17. Kebutuhan Bahan Tambahan

Sumber : Data Hasil Penelitian

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

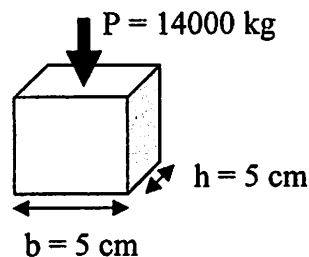
5.1. Analisa Hasil Uji Mortar

5.1.1. Data Hasil Pengujian Mortar

a. Pengujian Kuat Tekan Mortar

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

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar

Diketahui :

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

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

maka,

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

Keterangan :

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Permukaan Benda Uji (cm^2)

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

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

Selanjutnya disajikan tabel hasil pengujian dan perhitungan kuat tekan mortar untuk variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

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

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas permukaan cm ²	Beban (kg)	Kuat tekan mortar (kg/cm ²)
1	1-Oct-10	29-Oct-10	28	278,3	2,23	25	14000	560
2	1-Oct-10	29-Oct-10	28	289,8	2,32	25	9500	380
3	1-Oct-10	29-Oct-10	28	285	2,28	25	9000	360
4	1-Oct-10	29-Oct-10	28	282,9	2,26	25	9500	380
5	1-Oct-10	29-Oct-10	28	276,4	2,21	25	8500	340
6	1-Oct-10	29-Oct-10	28	279,5	2,24	25	9500	380
7	1-Oct-10	29-Oct-10	28	270	2,16	25	9000	360
8	1-Oct-10	29-Oct-10	28	281,8	2,25	25	8500	340
9	1-Oct-10	29-Oct-10	28	279,9	2,24	25	9500	380

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.2. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar
Variasi 1,2 %**

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas permukaan cm ²	Beban (kg)	Kuat tekan mortar (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Okt-10	28	274,9	2,20	25	19000	760
2	30-Sep-10	27-Okt-10	28	284,3	2,27	25	12500	500
3	30-Sep-10	27-Okt-10	28	275,6	2,20	25	12000	480
4	30-Sep-10	27-Okt-10	28	276,2	2,21	25	13000	520
5	30-Sep-10	27-Okt-10	28	280,4	2,24	25	12000	480
6	30-Sep-10	27-Okt-10	28	277,6	2,22	25	13000	520
7	30-Sep-10	27-Okt-10	28	288,4	2,31	25	12500	500
8	30-Sep-10	27-Okt-10	28	275,3	2,20	25	11500	460
9	30-Sep-10	27-Okt-10	28	275,9	2,21	25	12500	500

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.3. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar
Variasi 1,4 %**

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas permukaan cm ²	Beban (kg)	Kuat tekan mortar (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Okt-10	28	275	2,20	25	20000	800
2	30-Sep-10	27-Okt-10	28	309,2	2,47	25	13000	520
3	30-Sep-10	27-Okt-10	28	311,1	2,49	25	12500	500
4	30-Sep-10	27-Okt-10	28	308,2	2,47	25	13500	540
5	30-Sep-10	27-Okt-10	28	290,4	2,32	25	12000	480
6	30-Sep-10	27-Okt-10	28	290,5	2,32	25	13500	540
7	30-Sep-10	27-Okt-10	28	290,1	2,32	25	13500	540
8	30-Sep-10	27-Okt-10	28	274,4	2,20	25	12000	480
9	30-Sep-10	27-Okt-10	28	25,2	0,20	25	13500	540

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.4. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar
Variasi 1,6 %**

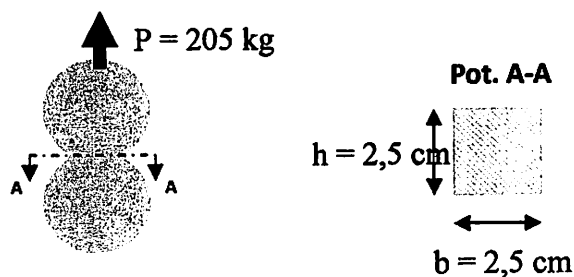
No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas permukaan cm ²	Beban (kg)	Kuat tekan mortar (kg/cm ²)
1	01-Okt-10	29-Okt-10	28	278,3	2,23	25	20000	800
2	01-Okt-10	29-Okt-10	28	289,8	2,32	25	12500	500
3	01-Okt-10	29-Okt-10	28	285	2,28	25	12000	480
4	01-Okt-10	29-Okt-10	28	282,9	2,26	25	13000	520
5	01-Okt-10	29-Okt-10	28	276,4	2,21	25	11500	460
6	01-Okt-10	29-Okt-10	28	279,5	2,24	25	13000	520
7	01-Okt-10	29-Okt-10	28	270	2,16	25	12500	500
8	01-Okt-10	29-Okt-10	28	281,8	2,25	25	11500	460
9	01-Okt-10	29-Okt-10	28	279,9	2,24	25	12500	500

Sumber : Data Hasil Penelitian

b. Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar

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

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.2. Pengujian Tarik Aksial Mortar

Diketahui :

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

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

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

maka,

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

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

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

Keterangan :

P = Gaya Tarik Aksial (kg)

A = Luas Penampang Patah (cm^2)

V = Volume Benda uji (cm^3)

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

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

Selanjutnya disajikan tabel hasil pengujian dan perhitungan kuat tarik aksial untuk variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.5. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Variasi 0%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas penampang patah (cm ²)	Beban (kg)	Kuat tarik mortar (kg/cm ²)
1	29-Sep-10	26-Oct-10	28	149,6	1,99	(2,5 x 2,5) 6,25	205	32,80
2	29-Sep-10	26-Oct-10	28	144,5	1,93	(2,6 x 2,52) 6,55	195	29,77
3	29-Sep-10	26-Oct-10	28	148,4	1,98	(2,5 x 2,52) 6,30	205	32,54

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.6. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar Variasi 1,2%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas penampang patah (cm ²)	Beban (kg)	Kuat tarik mortar (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Okt-10	28	142,9	1,91	(2,5 x 2,48) 6,20	240	38,71
2	30-Sep-10	27-Okt-10	28	134	1,79	(2,5 x 2,51) 6,35	240	37,80
3	30-Sep-10	27-Okt-10	28	144,7	1,93	(2,5 x 2,5) 6,25	255	40,80

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.7. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar
Variasi 1,4%**

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas penampang patah (cm ²)	Beban (kg)	Kuat tarik mortar (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Okt-10	28	154,3	2,06	(2,48 x 2,5) 6,20	255	41,13
2	30-Sep-10	27-Okt-10	28	143,5	1,91	(2,53 x 2,55) 6,45	245	37,98
3	30-Sep-10	27-Okt-10	28	153,5	2,05	(2,5 x 2,52) 6,30	250	39,68

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.8. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar
Variasi 1,6%**

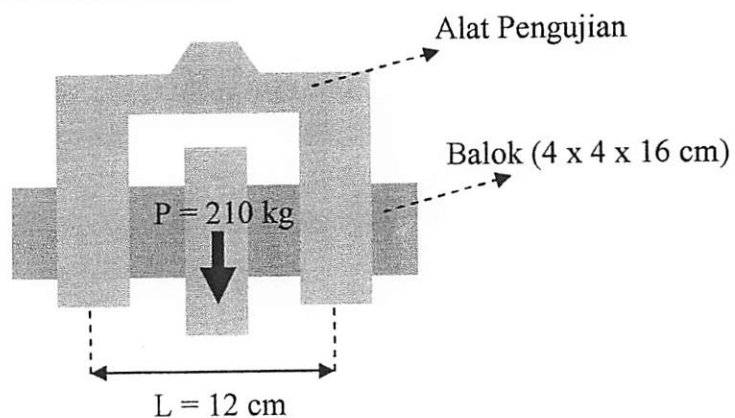
No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Luas penampang patah (cm ²)	Beban (kg)	Kuat tarik mortar (kg/cm ²)
1	01-Okt-10	29-Okt-10	28	141,2	1,88	(2,5 x 2,5) 6,25	235	37,60
2	01-Okt-10	29-Okt-10	28	144,9	1,93	(2,55 x 2,57) 6,55	240	36,64
3	01-Okt-10	29-Okt-10	28	128,5	1,71	(2,5 x 2,52) 6,30	240	38,10

Sumber : Data Hasil Penelitian

c. Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar

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

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.3. Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar

Keterangan :

Diketahui :

P = Beban Maksimum (kg)

P = 210 kg

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

L = 12 cm

V = Volume Benda Uji (cm^3)

b = h = 4 cm

b = lebar benda uji (cm)

h = panjang benda uji (cm)

$M_{\max}$ = Momen Maksimum (kgcm)

W = Momen Tahanan (cm^3)

maka,

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

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

$$\begin{aligned}
 - M_{\max} &= \frac{1}{4} x P x L \\
 &= 0,25 \times 210 \times 12 \\
 &= 630 \text{ kgcm} \\
 - W &= \frac{1}{6} x b x h^2 \\
 &= 1/6 \times 4 \times 4^2 = 10,67 \text{ cm}^3 \\
 - \text{Kuat Tarik Lentur Mortar} &= \frac{M_{\max}}{W} \\
 &= 630/10,67 \\
 &= 59,04 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Selanjutnya disajikan tabel hasil pengujian dan perhitungan kuat tarik lentur mortar untuk variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.9. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar Variasi 0%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm³)	Beban (kg)	Momen Tahanan (cm²)	Momen maks (kgcm)	Kuat Tarik Lentur tarik mortar (kg/cm²)
1	29-Sep-10	26-Okt-10	28	581,7	2,27	210	10,67	630	59,04
2	29-Sep-10	26-Okt-10	28	577,9	2,26	210	10,67	630	59,04
3	29-Sep-10	26-Okt-10	28	578,3	2,26	185	10,67	555	52,01

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.10. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar
Variasi 1,2%**

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Beban (kg)	Momen Tahanan (cm ³)	Momen maks (kgcm)	Kuat Tarik Lentur tarik mortar (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Okt-10	28	580,8	2,27	255	10,67	765	71,70
2	30-Sep-10	27-Okt-10	28	564,8	2,21	255	10,67	765	71,70
3	30-Sep-10	27-Okt-10	28	592	2,31	230	10,67	690	64,67

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.11. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar
Variasi 1,4%**

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Beban (kg)	Momen Tahanan (cm ³)	Momen maks (kgcm)	Kuat Tarik Lentur tarik mortar (kg/cm ²)
1	30-Sep-10	27-Okt-10	28	545	2,13	260	10,67	780	73,10
2	30-Sep-10	27-Okt-10	28	534,6	2,09	265	10,67	795	74,51
3	30-Sep-10	27-Okt-10	28	550,7	2,15	235	10,67	705	66,07

Sumber : Data Hasil Penelitian

**Tabel 5.12. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Mortar
Variasi 1,6%**

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Berat (gram)	Berat isi (gr/cm ³)	Beban (kg)	Momen Tahanan (cm ³)	Momen maks (kgcm)	Kuat Tarik Lentur tarik mortar (kg/cm ²)
1	29-Sep-10	26-Okt-10	28	581,7	2,27	255	10,67	765	71,70
2	29-Sep-10	26-Okt-10	28	577,9	2,26	260	10,67	780	73,10
3	29-Sep-10	26-Okt-10	28	578,3	2,26	230	10,67	690	64,67

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.2. Pengujian Interval Kepercayaan

a. Interval Kepercayaan Kuat tekan Mortar

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

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

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan mortar dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.13. Data Pengujian Kuat Tekan Mortar

No.	Kuat Tekan (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	560	480	500	480
2	380	520	520	520
3	360	480	800	460
4	380	500	540	520
5	340	500	540	500
6	380	460	480	800
7	360	500	540	460
8	340	520	540	500
9	380	760	480	500

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

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

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

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

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

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

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.14.

Tabel 5.14. Interval Kepercayaan Kuat Tekan Mortar

Variasi (%)	X	s	P	dk	$t_{0,975}$	Interval Kepercayaan		
0	386,67	67,08	0,975	8	2,145	338,703	$< \mu <$	434,63
1,2	524,44	90,431	0,975	8	2,145	459,786	$< \mu <$	589,10
1,4	548,89	97,525	0,975	8	2,145	479,159	$< \mu <$	618,62
1,6	526,67	104,88	0,975	8	2,145	451,677	$< \mu <$	601,66

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 Mortar Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Kuat Tekan (kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	---	480	500	480
2	380	520	520	520
3	360	480	---	460
4	380	500	540	520
5	340	500	540	500
6	380	460	480	---
7	360	500	540	460
8	340	520	540	500
9	380	---	480	500

Sumber : Data Hasil Penelitian

b. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Aksial Mortar

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan tarik aksial dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.16. Data Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar

No.	Kuat Tarik Aksial (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	32.80	38,71	41,13	37,60
2	29.77	37,80	37,98	36,64
3	32.54	40,80	39,68	38,10

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tekan Belah}}{n} \\ &= \frac{32,80 + 29,77 + 32,54}{3} \\ &= 31,70 \text{ kg/cm}^2 \\ s &= \sqrt{\frac{[(32,80 - 31,70)^2 + (29,77 - 31,70)^2 + (32,54 - 31,70)^2]}{3 - 1}} \\ &= 1,6787 \\ P &= \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975 \\ dk &= n - 1 = 3 - 1 = 2 \\ t_{0,975} &= 4,303 \\ \text{Dimana : } X &= \text{Nilai rata-rata} \\ s &= \text{Standar deviasi / simpangan baku} \\ P &= \text{Persentil} \\ t_{0,975} &= \text{Nilai t pada persentil 0,975} \end{aligned}$$

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 31,70 - \left(4,303 \times \frac{1,6787}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 31,70 + \left(4,303 \times \frac{1,6787}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 27,533 < \mu < 35,874
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, 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	31,70	1,6787	0,975	2	4,303	27,533	< μ <	35,874
1,2	39,10	1,540	0,975	2	4,303	35,275	< μ <	42,928
1,4	39,60	1,574	0,975	2	4,303	35,688	< μ <	43,509
1,6	37,56	0,739	0,975	2	4,303	35,609	< μ <	39,282

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 Mortar Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Kuat Tarik belah (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	32,80	38,71	41,13	37,60
2	29,77	37,80	37,98	36,64
3	32,54	40,80	39,68	38,10

Sumber : Data Hasil Penelitian

c. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur Mortar

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan tarik lentur mortar dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.19. Data Pengujian Kuat Tarik Aksial Mortar

No.	Kuat Tarik Lentur (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	59,04	71,70	73,10	71,70
2	59,04	71,70	74,51	73,10
3	52,01	64,67	66,07	64,67

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Jumlah Kuat Tarik Lentur}}{n} \\ &= \frac{59,04 + 59,04 + 52,01}{3} \\ &= 56,70 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{[(59,04 - 56,70)^2 + (59,04 - 56,70)^2 + (52,01 - 56,70)^2]}{3 - 1}} \\ &= 4,058 \end{aligned}$$

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

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

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

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

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned} &= X - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\ &= 56,70 - \left(4,303 \times \frac{4,058}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 56,70 + \left(4,303 \times \frac{4,058}{\sqrt{3}} \right) \\ &= 46,619 < \mu < 66,780 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.20.

Tabel 5.20. Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

Variasi (%)	X	s	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
0	56,70	4,058	0,975	2	4,303	46,619	< μ <	66,780
1,2	69,35	4,058	0,975	2	4,303	59,270	< μ <	79,430
1,4	71,23	4,519	0,975	2	4,303	60,000	< μ <	82,450
1,6	69,82	4,519	0,975	2	4,303	58,595	< μ <	81,049

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.21. Interval Kepercayaan Kuat Lentur Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Kuat Tarik Lentur (Kg/cm ²)			
	Variasi 0%	Variasi 0%	Variasi 0%	Variasi 0%
1	59,04	71,70	73,10	71,70
2	59,04	71,70	74,51	73,10
3	52,01	64,67	66,07	64,67

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.3. Pengujian Hipotesis

a. 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 tetes tebu.

Tabel 5.22. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 1,2 %		Variasi 1,4 %		Variasi 1,6 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	-	-	480	230400	500	250000	480	230400	
2	380	144400	520	270400	520	270400	520	270400	
3	360	129600	480	230400	-	-	460	211600	
4	380	144400	500	250000	540	291600	520	270400	
5	340	115600	500	250000	540	291600	500	250000	
6	380	144400	460	211600	480	230400	-	-	
7	360	129600	500	250000	540	291600	460	211600	
8	340	115600	520	270400	540	291600	500	250000	
9	380	144400	-	-	480	230400	500	250000	
SY	2920		3960		4140		3940		14960
SY ²	1068000		1963200		2147600		1944400		7123200
n	8		8		8		8		32

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{ni} Y^2_{ij} \\ &= 1068000 + 1963200 + 2147600 + 1944400 \\ &= 7123200\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{7123200^2}{32} \\ &= 6993800\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{1068000^2}{8} + \frac{1963200^2}{8} + \frac{2147600^2}{8} + \frac{1944400^2}{8} \right) - 6993800 \\ &= 115100\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 7123200 - 6993800 - 115100 \\ &= 14300\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.23. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan Mortar

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	6993800	6993800
Antar Perlakuan	3	115100	38366,66667
Dalam Perlakuan	28	14300	510,7142857
Jumlah	32		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{38366,667}{510,714} = 75,12$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 32) = 2,9. Jadi nilai F *hitung* 75,12 > F tabel = 2,9. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tekan mortar.

b. 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 tetes tebu.

Tabel 5.24. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Aksial Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 1,2 %		Variasi 1,4 %		Variasi 1,6 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	32,80	1075,84	38,71	1498,44	41,13	1691,60	37,60	1413,76	
2	29,77	886,31	37,80	1428,48	37,98	1442,82	36,64	1342,58	
3	32,54	1058,83	40,80	1664,64	39,68	1574,70	38,10	1451,25	
SY	95,11		117,30		118,80		112,34		443,55
SY ²	3020,98		4591,56		4709,12		4207,59		16529,25
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 3020,98 + 4591,56 + 4709,12 + 4207,59 \\ &= 16529,25\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{443,55^2}{12} \\ &= 16394,58\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{3020,98^2}{3} + \frac{4591,56^2}{3} + \frac{4709,12^2}{3} + \frac{4207,59^2}{3} \right) - 16394,58 \\ &= 118,245\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 16529,25 - 16394,58 - 118,245 \\ &= 16,43\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.25. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	16394,58052	16394,58052
Antar Perlakuan	3	118,2456149	39,41520497
Dalam Perlakuan	8	16,42824257	2,053530322
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{39,415}{2,0535} = 19,19$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 19,19 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tarik aksial.

c. 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 tetes tebu.

Tabel 5.26. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 1,2 %		Variasi 1,4 %		Variasi 1,6 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	59,04	3486,20	71,70	5140,37	73,10	5343,93	71,70	5140,37	
2	59,04	3486,20	71,70	5140,37	74,51	5551,44	73,10	5343,93	
3	52,01	2705,56	64,67	4181,86	66,07	4365,65	64,67	4181,86	
SY	170,10		208,06		213,68		209,47		801,31
SY ²	9677,96		14462,59		15261,02		14666,15		54067,72
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 9677,96 + 14462,59 + 15261,02 + 14666,15 \\ &= 54067,72\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{801,31^2}{12} \\ &= 53508,14\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{170,1^2}{3} + \frac{208,06^2}{3} + \frac{213,68^2}{3} + \frac{209,47^2}{3} \right) - 53508,14 \\ &= 411,73\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 54067,72 - 53508,14 - 411,73 \\ &= 147,564\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.27. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik Lentur Mortar

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	53508,42213	53508,42213
Antar Perlakuan	3	411,7299333	137,2433111
Dalam Perlakuan	8	147,5640081	18,44550101
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{137,24}{18,44} = 7,44$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 7,44 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat tarik lentur mortar.

5.1.4. 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 Yulian Yusuf M. dan Dedy Kurniawan.

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

Dengan persamaan perhitungannya sebagai berikut :

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

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

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

a. Kuat Tekan Mortar

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

Tabel 5.28. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tekan Mortar

No.	x	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	386,667	0,000	0,000	0,000	0	0	149511,111
2	1,2	524,444	1,440	1,728	2,074	629,3333	755,2	275041,975
3	1,4	548,889	1,960	2,744	3,842	768,4444	1075,822	301279,012
4	1,6	526,667	2,560	4,096	6,554	842,6667	1348,267	277377,778
5	1,8	508,889	3,240	5,832	10,498	916	1648,8	258967,901
6	2	471,111	4,000	8,000	16,000	942,2222	1884,444	221945,679
7	2,2	455,556	4,840	10,648	23,426	1002,222	2204,889	207530,864
8	2,4	426,667	5,760	13,824	33,178	1024	2457,6	182044,444
9	2,6	395,556	6,760	17,576	45,698	1028,444	2673,956	156464,198
10	2,8	342,222	7,840	21,952	61,466	958,2222	2683,022	117116,049
Total	18	4586,6667	38,4	86,4	202,7328	8111,556	16732	2147279,012

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel di atas, maka di dasapat persamaan :

$$\begin{array}{rclcl} 4586,667 & = & 10a & + & 18b & + & 48,4c \\ 8111,556 & = & 18a & + & 38,4b & + & 86,4c \\ 16732 & = & 38,4a & + & 86,4b & + & 202,733 \end{array}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 338$$

$$b = 218,8$$

$$c = -84,35$$

Maka didapat persamaan :

$$y = -84,35x^2 + 218,8x + 388$$

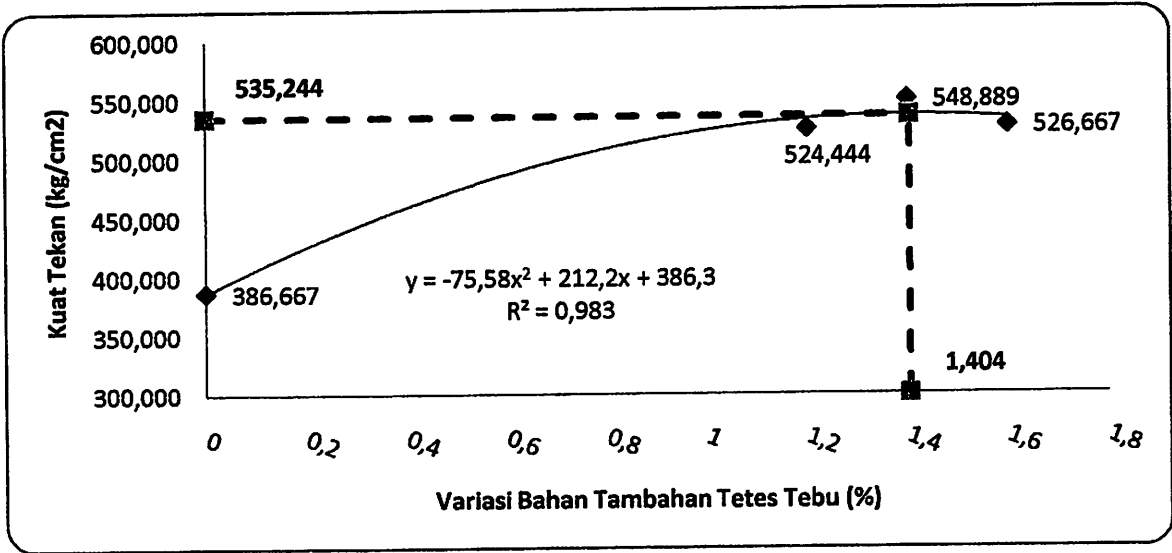
$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left\{ b \left(\Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\Sigma x^2 y - \frac{(\Sigma x^2)(\Sigma y)}{n} \right) \right\} \\ &= \left\{ 218,8 \left(8111,556 - \frac{4586,667 * 18}{10} \right) \right\} + \left\{ -84,35 \left(16732 - \frac{38,4 * 4586,667}{10} \right) \right\} \\ &= 42691,109 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \\ &= 2147279,012 - \frac{(4586,67)^2}{10} \\ &= 43527,595 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\ &= \frac{42691,109}{43527,595} \\ &= 0,9807 \end{aligned}$$

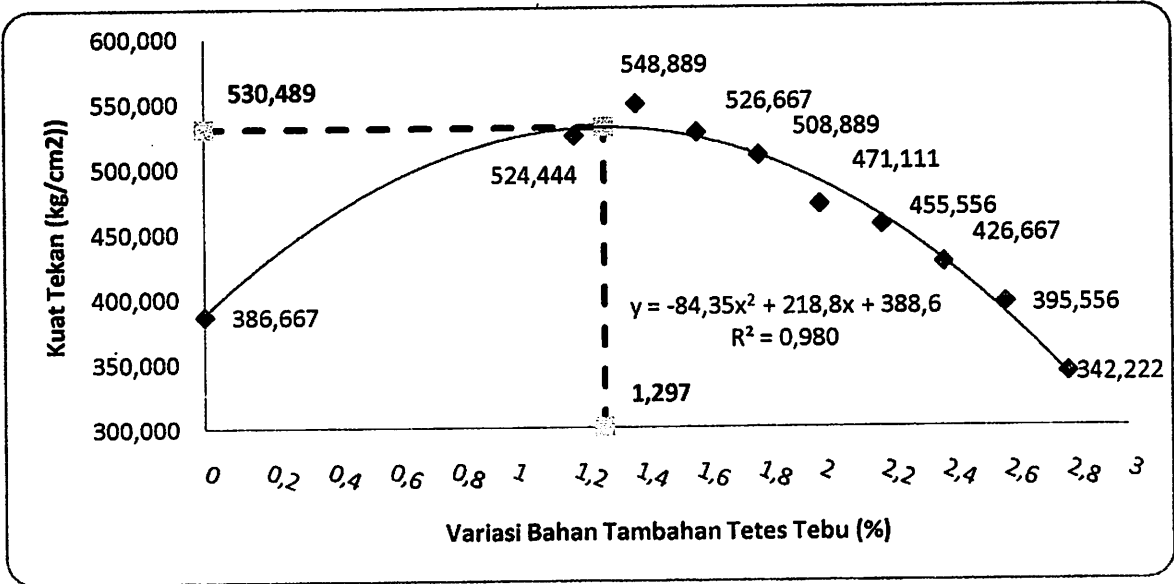
Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tekan mortar* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan tetes* dari variasi 0 % sampai 2,8 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tekan menghasilkan persamaan $y = -84.35x^2 + 218.8x + 388$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,980. Hal ini berarti 98 % perubahan dari pada nilai kuat tekan mortar dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.

Grafik 5.1. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan Mortar
(Variasi 0 – 1,6%)



Sumber : Data Hasil Penelitian

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



Sumber : Data Hasil Penelitian

b. Kuat Tarik Aksial

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

Tabel 5.29. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar

No.	x	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	31.704	0.000	0.000	0.000	0	0	1005.116
2	1.2	39.102	1.440	1.728	2.074	46.92198	56.30638	1528.939
3	1.4	39.599	1.960	2.744	3.842	55.43817	77.61343	1568.056
4	1.6	37.445	2.560	4.096	6.554	59.91278	95.86045	1402.164
5	1.8	36.465	3.240	5.832	10.498	65.6362	118.1452	1329.664
6	2	34.810	4.000	8.000	16.000	69.61992	139.2398	1211.733
7	2.2	33.946	4.840	10.648	23.426	74.68189	164.3002	1152.352
8	2.4	32.374	5.760	13.824	33.178	77.69841	186.4762	1048.098
9	2.6	29.637	6.760	17.576	45.698	77.05666	200.3473	878.362
10	2.8	27.783	7.840	21.952	61.466	77.7928	217.8198	771.903
Total	18	342.87	38.4	86.4	202.7328	604.7588	1256.109	11896.38833

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel di atas, maka di dapat persamaan :

$$342,865 = 10a + 18b + 38,4c$$

$$604,7588 = 18a + 38,4b + 86,4c$$

$$1256,109 = 38,4a + 86,4b + 202,733$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 31,96$$

$$b = 10,88$$

$$c = -4,498$$

Maka didapat persamaan :

$$y = -4,498x^2 + 10,88x + 31,96$$

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

$$= \left\{ 10,88 \left(604,759 - \frac{342,865 * 18}{10} \right) \right\} + \left\{ -4,498 \left(1256,109 - \frac{38,4 * 342,865}{10} \right) \right\}$$

$$= 136,820$$

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

$$= 11896,388 - \frac{(342,869)^2}{10}$$

$$= 140,473$$

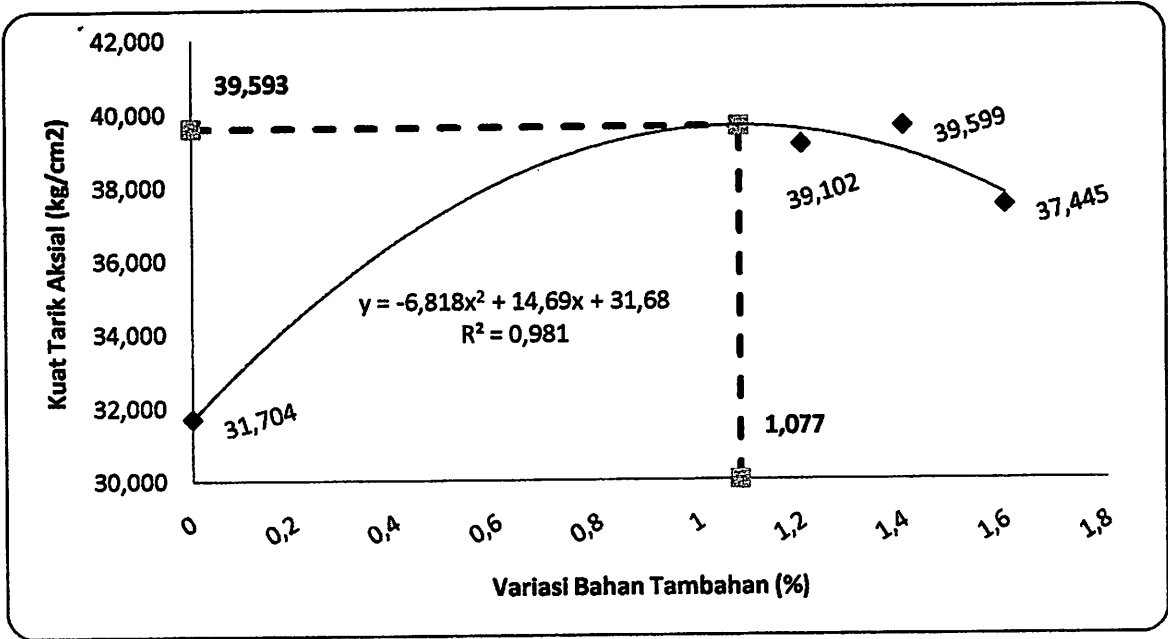
$$R^2 = \frac{JK(b|a)}{JK(E)}$$

$$= \frac{136,820}{140,473}$$

$$= 0,974$$

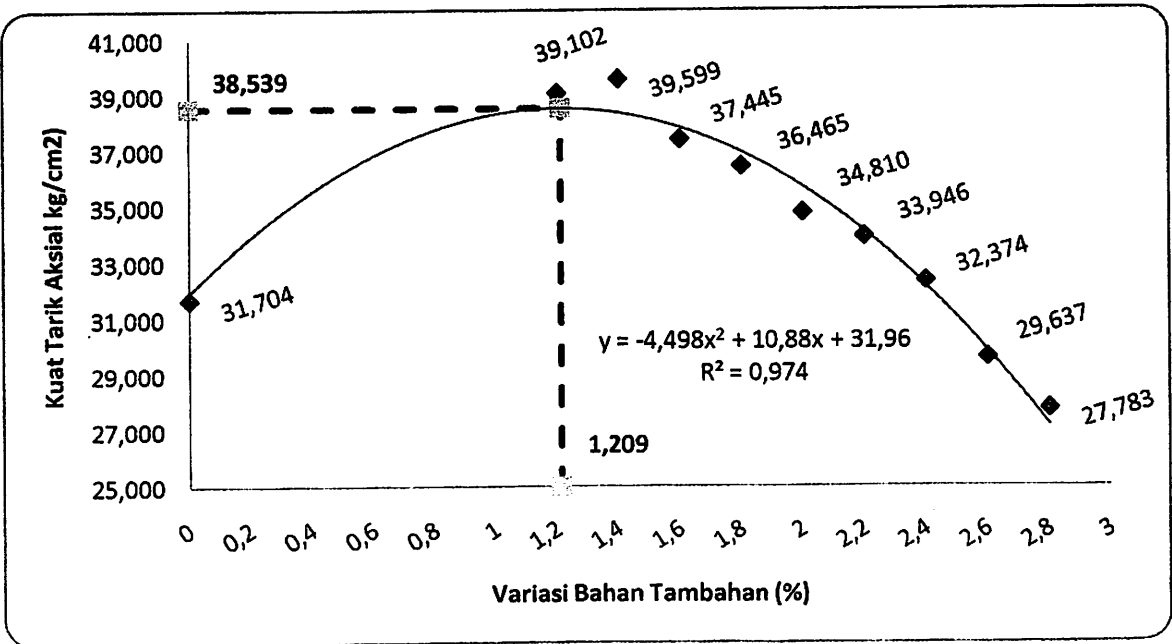
Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tarik aksial* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan* tetes dari variasi 0 % sampai 2,8 % sebagai variabel terikat, dimana menghasilkan persamaan $y = -4,498x^2 + 10,88x + 31.96$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,974. Hal ini berarti 97,4 % perubahan dari pada nilai kuat tarik aksial dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.

**Grafik 5.3. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Aksial Mortar
(Variasi 0 – 1,6 %)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

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



Sumber : Data Hasil Penelitian

c. Kuat Tarik Lentur Mortar

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

Tabel 5.30. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur Mortar

No.	x	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	56,701	0,000	0,000	0,000	0	0	3215,007
2	1,2	69,353	1,440	1,728	2,074	83,22399	99,86879	4809,884
3	1,4	71,228	1,960	2,744	3,842	99,71884	139,6064	5073,391
4	1,6	69,822	2,560	4,096	6,554	111,7151	178,7441	4875,102
5	1,8	68,416	3,240	5,832	10,498	123,149	221,6682	4680,765
6	2	64,667	4,000	8,000	16,000	129,3346	258,6692	4181,859
7	2,2	64,667	4,840	10,648	23,426	142,268	312,9897	4181,859
8	2,4	60,450	5,760	13,824	33,178	145,0797	348,1912	3654,186
9	2,6	53,889	6,760	17,576	45,698	140,1125	364,2924	2904,068
10	2,8	47,798	7,840	21,952	61,466	133,8332	374,7329	2284,607
Total	18	626,9916	38,4	86,4	202,7328	1108,435	2298,763	39860,72768

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari tabel di atas, maka di dapat persamaan :

$$\begin{aligned} 626,991 &= 10a &+ 18b &+ 38,4c \\ 1108,435 &= 18a &+ 38,4b &+ 86,4c \\ 2298,763 &= 38,4a &+ 86,4b &+ 202,733 \end{aligned}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$\begin{aligned} a &= 56,34 \\ b &= 23,22 \\ c &= -9,228 \end{aligned}$$

Maka didapat persamaan :

$$y = -9,228x^2 + 23,22x + 56,34$$

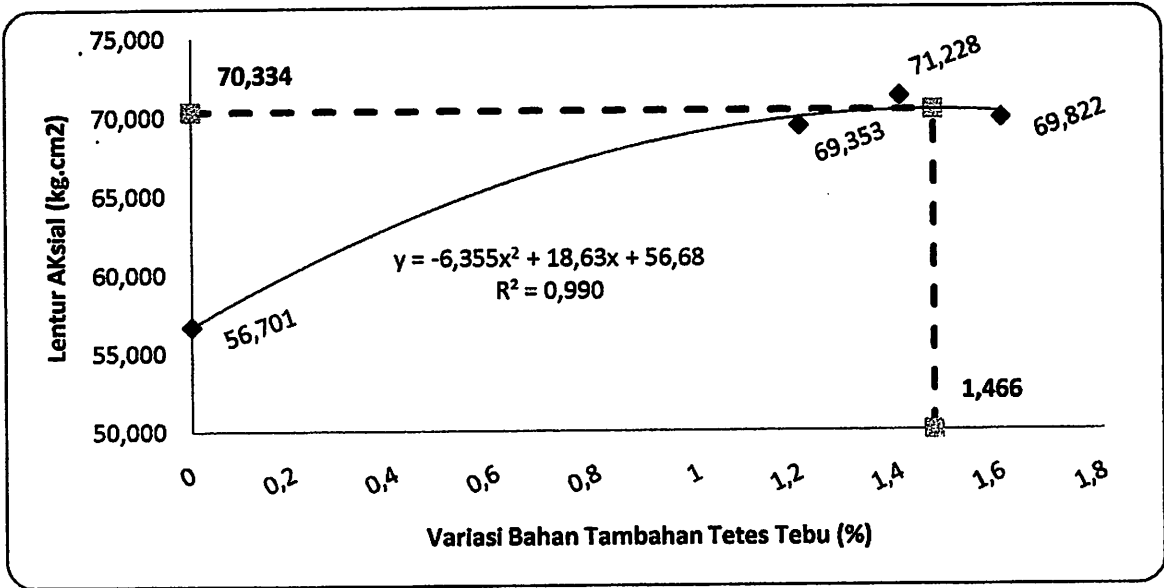
$$\begin{aligned}
 JK(b|a) &= \left\{ b \left(\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\sum x^2 y - \frac{(\sum x^2)(\sum y)}{n} \right) \right\} \\
 &= \left\{ 23,22 \left(1108,435 - \frac{18 * 626,991}{10} \right) \right\} + \left\{ -9,228 \left(2298,763 - \frac{38,4 * 626,991}{10} \right) \right\} \\
 &= 95,90
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JK(E) &= \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \\
 &= 39860,727 - \frac{(626,991)^2}{10} \\
 &= 548,956
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{JK(b|a)}{JK(E)} \\
 &= \frac{536,878}{548,956} \\
 &= 0,978
 \end{aligned}$$

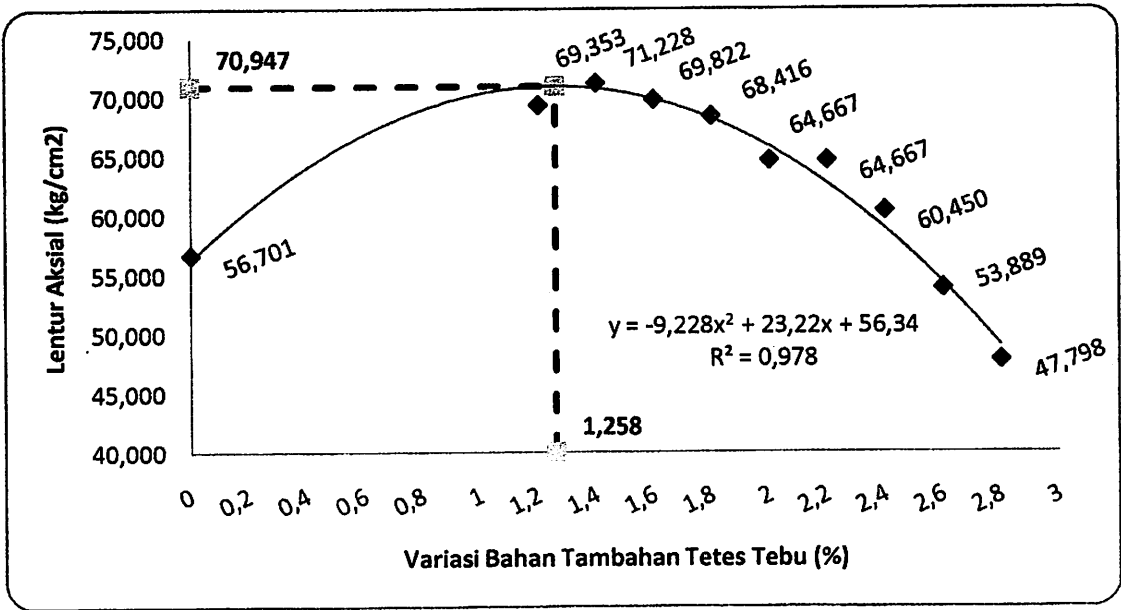
Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tarik lentur* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan tetes* dari variasi 0 % sampai 2,8 % sebagai variabel terikat, dimana menghasilkan persamaan $y = -9,228x^2 + 23,22x + 56,34$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,978 . Hal ini berarti 97,8% 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.

Grafik 5.5. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur Mortar (Variasi 0 – 1,6%)



Sumber : Data Hasil Penelitian

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



Sumber : Data Hasil Penelitian

5.1.5. Nilai Variasi Optimum Campuran

a. Variasi 0 – 1,6 %

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 mortar optimum dari variasi 0 – 1,6 %.

- Persamaan Kuat Tekan Beton :

$$Y = -75,58x^2 + 212,2x + 386.3$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-75,58)x + 212,2 = 0$$

$$-151,16x + 212,2 = 0$$

$$x = \frac{212,2}{151,16}$$

$$x = 1,404$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi $x = 1,404$

$$Y = -75,58(1,404)^2 + 212,2(1,404) + 386.3$$

$$Y = 535,24$$

Maka didapat nilai kuat tekan mortar optimum untuk variasi 1,404% (variasi 0-1,6%) sebesar 535,244 kg/cm².

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

**Tabel 5.31. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-1,6%)**

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum (kg/cm ²)
1	Kuat Tekan	1,404	535,244
2	Kuat Tarik Aksial	1,077	39,593
3	Kuat Tarik Lentur	1,466	70,334

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sebagai sifat beton yang dominan dipakai variasi optimum dari kuat tekan mortar dengan variasi optimum sebesar 1,404 %.

**Tabel 5.32. Tabel Variasi dan Nilai Dominan
(Untuk Variasi 0-1,6%)**

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum Dominan (kg/cm ²)
1	Kuat Tekan	1,404	535,244
2	Kuat Tarik Aksial		38,866
3	Kuat Tarik Lentur		70,309

Sumber : Data Hasil Penelitian

b. Variasi 0 – 2,8 %

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

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

- Persamaan Kuat Tekan Beton :

$$Y = -84,35x^2 + 218,8x + 388,6$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-84,35)x + 218,8 = 0$$

$$-168,7x + 218,8 = 0$$

$$x = \frac{218,8}{168,7}$$

$$x = 1,297$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi $x = 1,297$

$$Y = -84,35(1,297)^2 + 218,8(1,297) + 388,6$$

$$Y = 530,489$$

Maka didapat nilai kuat tekan mortar optimum untuk variasi 1,297% (variasi 0-2,8%) sebesar 530,489 kg/cm² .

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

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

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum (kg/cm ²)
1	Kuat Tekan	1,297	530,489
2	Kuat Tarik Aksial	1,209	38,539
3	Kuat Tarik Lentur	1,258	70,947

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sebagai sifat beton yang dominan dipakai variasi optimum dari kuat tekan mortar dengan variasi optimum sebesar 1,297 %.

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

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum Dominan (kg/cm ²)
1	Kuat Tekan	1,297	530,489
2	Kuat Tarik Aksial		38,505
3	Kuat Tarik Lentur		70,933

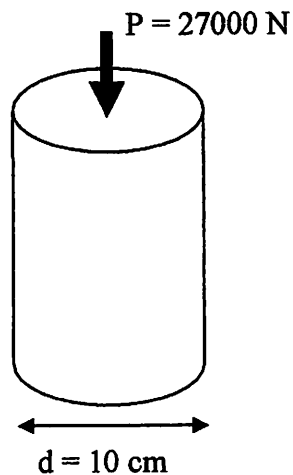
Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2. Data Hasil Pengujian Beton

5.2.1. Data Pengujian Kuat Tekan

Untuk pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda yang berdimensi 100 x 200 mm pada umur 28 hari. Sebagai penjeanalisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tegahancur beton perlakuan tanpa bahan tambahan sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Diketahui :

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

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

maka,

- Tegangan Hancur 28 hari

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

$$= \frac{27000}{0,25.3,14.100^2} \times 1 \times 1,04$$

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

Dimana :

- P = Beban maksimum (N)
- A = Luas permukaan benda uji (mm^2)
- Fu = Faktor umur 28 hari = 1
- Fb = Faktor Bentuk (konversi silinder
 $100 \times 200 \rightarrow 150 \times 300$) = 1,04

- Analisa perhitungan kuat tekan beton karakteristik 28 hari

- Kuat tekan rata – rata

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

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

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

- Standart Deviasi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

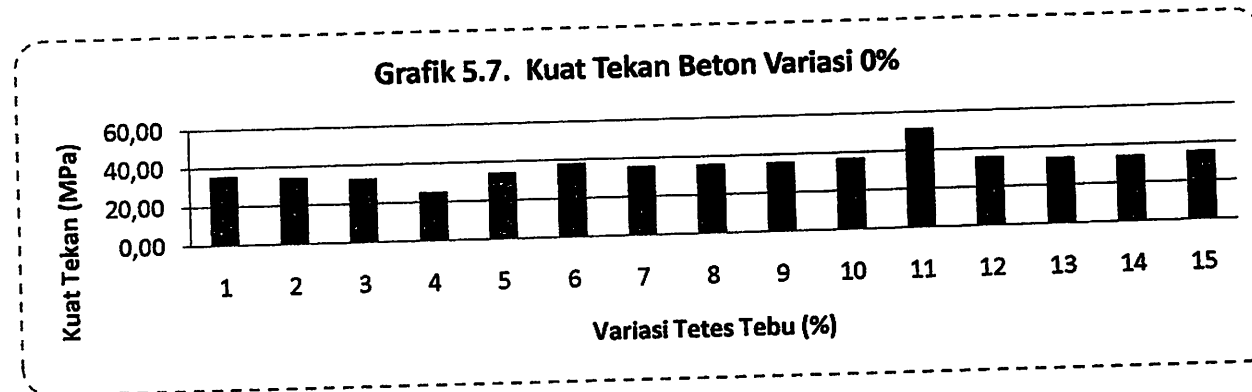
$$= 25,134 \text{ Mpa} \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2})$$

Untuk kuat tekan karakteristik beton dipakai nilai yang terkecil yaitu 27,678 Mpa. Selanjutnya disajikan tabel hasil perhitungan tegangan hancur beton dan tengangan tekan karakteristik beton untuk variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

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

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan hancur (N)	Teg. Hancur nil (MPa)	Teg. Hancur 28 hari (MPa)	f_{cr} (MPa)	$(f_c - f_{cr})^2$ (MPa)	s (MPa)	f_c (MPa)
1	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,94	270000	34,39	35,77	35,86	0,008	6,105	25,134
2	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,90	260000	33,12	34,45		1,997		
3	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,88	250000	31,85	33,12		7,497		
4	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,95	190000	24,20	25,17		114,213		
5	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,94	260000	33,12	34,45		1,997		
6	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,83	290000	36,94	38,42		6,561		
7	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,90	270000	34,39	35,77		0,008		
8	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,91	270000	34,39	35,77		0,008		
9	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,89	270000	34,39	35,77		0,008		
10	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,98	280000	35,67	37,10		1,529		
11	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,83	390000	49,68	51,67		249,949		
12	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4,09	270000	34,39	35,77		0,008		
13	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,79	260000	33,12	34,45		1,997		
14	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,94	260000	33,12	34,45		1,997		
15	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,96	270000	34,39	35,77		0,008		
								537,89		387,783		

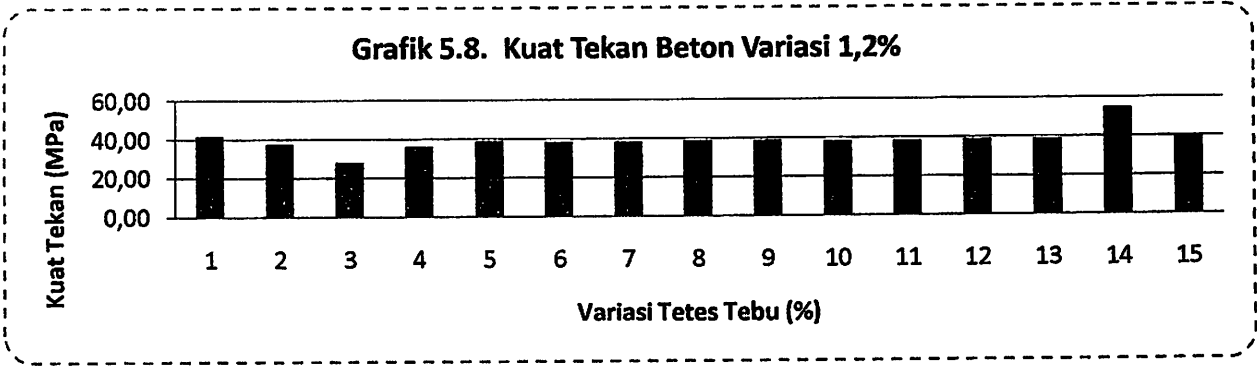
Sumber : Data Hasil Penelitian



Tabel 5.36. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 1,2%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan hancur (N)	Teg. Hancur riil (MPa)	Teg. Hancur 28 hari (MPa)	fcr (MPa)	$(f_c-f_{cr})^2$ (MPa)	s (MPa)	f _c (MPa)
1	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,88	315000	40,13	41,73	39,26	6,116	6,075	28,606
2	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,87	285000	36,31	37,76		2,254		
3	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,80	215000	27,39	28,48		116,109		
4	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,87	275000	35,03	36,43		7,988		
5	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,95	295000	37,58	39,08		0,031		
6	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,97	290000	36,94	38,42		0,704		
7	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,90	290000	36,94	38,42		0,704		
8	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,98	295000	37,58	39,08		0,031		
9	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,87	295000	37,58	39,08		0,031		
10	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,90	290000	36,94	38,42		0,704		
11	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,97	290000	36,94	38,42		0,704		
12	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,89	295000	37,58	39,08		0,031		
13	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,97	295000	37,58	39,08		0,031		
14	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,99	415000	52,87	54,98		247,164		
15	19-Okt-10	06-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,79	305000	38,85	40,41		1,318		
								588,89		383,921		

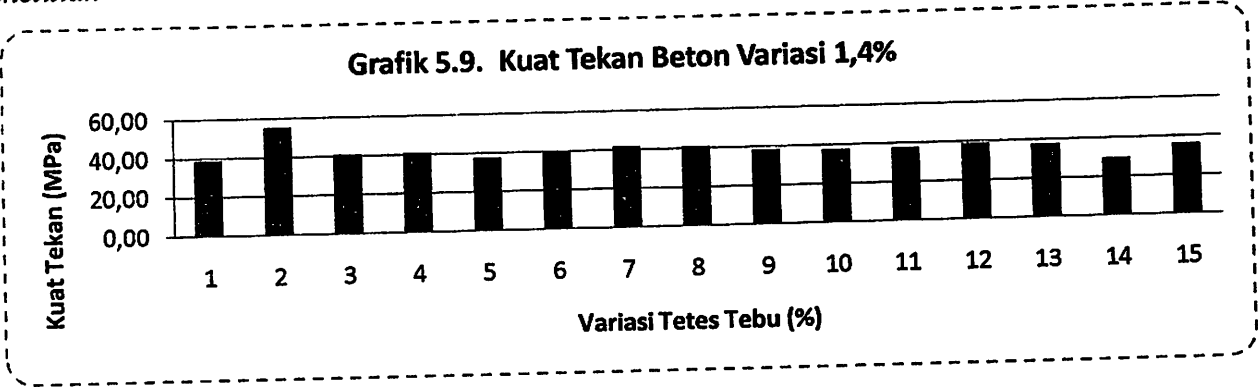
Sumber : Data Hasil Penelitian



Tabel 5.37. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 1,4%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan hancur (N)	Teg. Hancur ril (MPa)	Teg. Hancur 28 hari (MPa)	f_{cr} (MPa)	$(f_c - f_{cr})^2$ (MPa)	s (MPa)	f_c (MPa)
1	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,90	295000	37,58	39,08	39,61	0,281	6,121	28,850
2	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,92	420000	53,50	55,64		256,979		
3	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,87	310000	39,49	41,07		2,124		
4	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,88	310000	39,49	41,07		2,124		
5	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,87	285000	36,31	37,76		3,440		
6	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,86	300000	38,22	39,75		0,018		
7	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,99	315000	40,13	41,73		4,493		
8	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,89	310000	39,49	41,07		2,124		
9	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,99	290000	36,94	38,42		1,422		
10	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,95	285000	36,31	37,76		3,440		
11	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4,02	285000	36,31	37,76		3,440		
12	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4,03	295000	37,58	39,08		0,281		
13	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,88	285000	36,31	37,76		3,440		
14	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,81	225000	28,66	29,81		96,115		
15	20-Okt-10	07-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,84	275000	35,03	36,43		10,110		
								594,19		389,831		

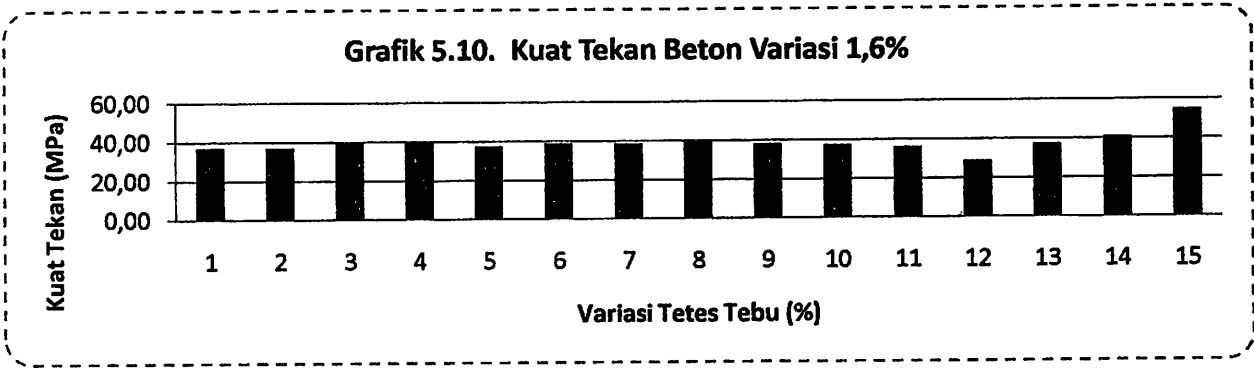
Sumber : Data Hasil Penelitian



Tabel 5.38. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi 1,6%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan hancur (N)	Teg. Hancur ril (MPa)	Teg. Hancur 28 hari (MPa)	fcr (MPa)	(fc-fcr) ² (MPa)	s (MPa)	fc (MPa)
1	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,78	280000	35,67	37,10	39,08	3,949	6,043	28,502
2	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,77	280000	35,67	37,10		3,949		
3	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,90	300000	38,22	39,75		0,439		
4	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,98	305000	38,85	40,41		1,755		
5	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,79	285000	36,31	37,76		1,755		
6	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,98	295000	37,58	39,08		0,000		
7	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4,09	295000	37,58	39,08		0,000		
8	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4,05	305000	38,85	40,41		1,755		
9	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,96	290000	36,94	38,42		0,439		
10	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,90	285000	36,31	37,76		1,755		
11	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4,02	275000	35,03	36,43		7,021		
12	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4,01	220000	28,03	29,15		98,730		
13	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,89	285000	36,31	37,76		1,755		
14	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,94	310000	39,49	41,07		3,949		
15	21-Okt-10	08-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3,99	415000	52,87	54,98		252,749		
								586,24		380,001		

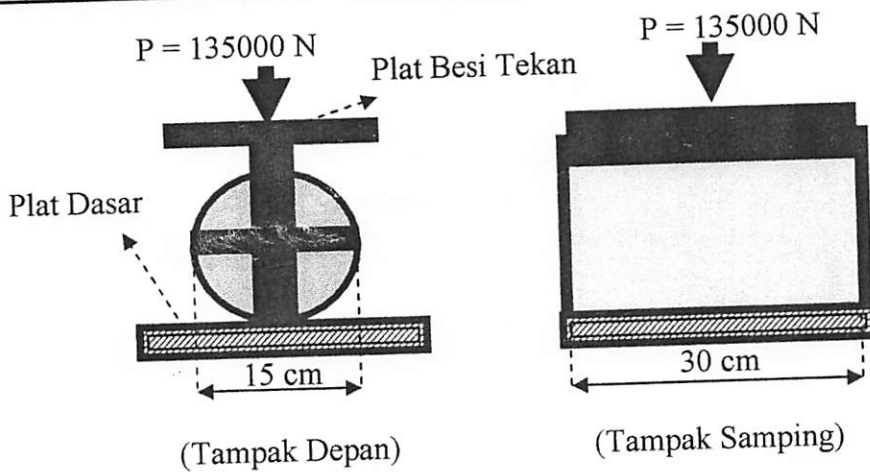
Sumber : Data Hasil Penelitian



5.2.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik belah

Untuk pengujian tarik belah beton dilakukan pada benda uji silinder 150 x 300 mm pada umur 28 hari. Terdapat 4 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing – masing perlakuan berjumlah 3 benda uji. Metode untuk menguji tegangan tarik belah beton ini dinamakan *split silinder* sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian tarik belah, dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tarik belah beton dengan perlakuan tanpa bahan tambahan (variasi 0%), sedangkan untuk tiga perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.5. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Keterangan :

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

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

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

maka,

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

Dimana :

P = Beban maksimum (N)

d = Diameter benda uji (mm)

L = Panjang benda uji (mm)

Selanjutnya hasil perhitungan kuat tarik belah untuk variasi 0%, 1,2%, 1,4% dan 1,6% disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

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

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Belah σ_t (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-Rata (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. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 1,2%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Belah σ_t (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-Rata (MPa)
1	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,60	185000	2,62	2,69
2	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,55	195000	2,76	
3	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,60	190000	2,69	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.41. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 1,4%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Belah σ_t (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-Rata (MPa)
1	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,68	195000	2,76	2,74
2	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,65	195000	2,76	
3	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,69	190000	2,69	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.42 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Variasi 1,6%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Belah σ_t (MPa)	Kuat Tarik Belah Rata-Rata (MPa)
1	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,66	180000	2,55	2,62
2	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,69	190000	2,69	
3	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,70	185000	2,62	

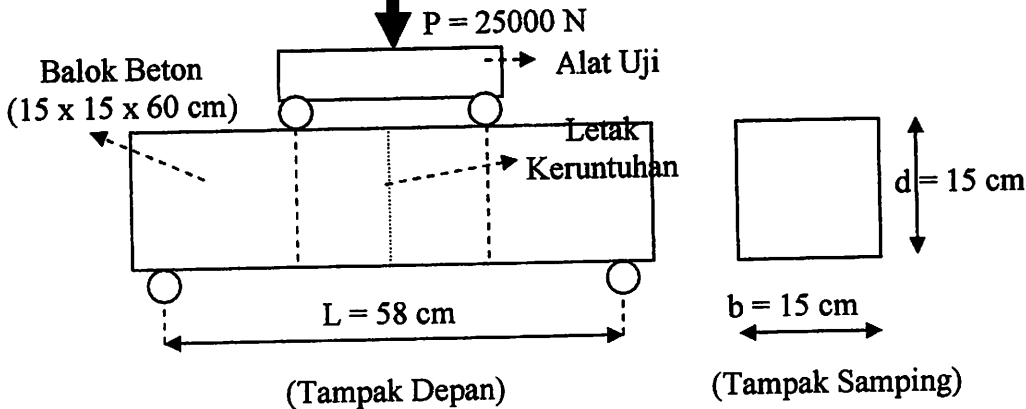
Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.3. Hasil pengujian Tarik Lentur Beton

Untuk pengujian tarik lentur beton ini dilakukan pada benda uji balok 150 x 150 x 600 mm pada umur 28 hari. Terdapat 4 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing – masing perlakuan berjumlah 3 benda uji. Sebagai penjelasan dari analisis tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data tarik lentur beton dengan perlakuan tanpa bahan tambahan (variasi 0%), sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I

- Keretakan Terjadi Di Tengah Bentang



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

Diketahui :

$P = 25000 \text{ N}$

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

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

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

maka,

- Perhitungan Kuat Tarik Lentur beton

(persamaan kuat tarik lentur beton untuk keretakan ditengah bentang)

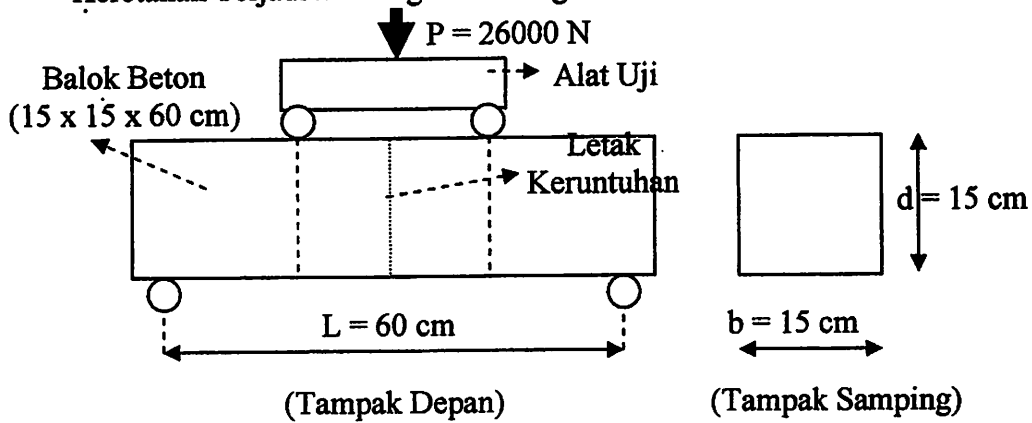
Kuat Tarik Lentur

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

$= \frac{25000.570}{150.150^2} = 4,22 \text{ Mpa}$

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI II

- Keretakan Terjadi Di Tengah Bentang



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

Diketahui :

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

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

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

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

- Perhitungan Kuat Tarik Lentur beton

(persamaan kuat tarik lentur beton untuk keretakan ditengah bentang)

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

Dimana :

P = Beban Maksimum (N)

b = Lebar Balok (mm)

L = Panjang benda uji (mm)

d = tinggi balok (mm)

Selanjutnya hasil perhitungan kuat tarik lentur untuk variasi 0%, 1,2%, 1,4% dan 1,6% disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.43. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Variasi 0,0%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Letak Keruntuhan	L (mm)	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Lentur fr (MPa)	Kuat Tarik Lentur Rata-Rata (MPa)
1	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Tengah Bentang	580	35,53	25000	4,22	4,43
2	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Tengah Bentang	600	32,74	26000	4,62	
3	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Tengah Bentang	600	33,04	25000	4,44	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.44. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Variasi 1,2%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Letak Keruntuhan	L (mm)	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Lentur fr (MPa)	Kuat Tarik Lentur Rata-Rata (MPa)
1	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Tengah Bentang	600	34,21	28500	5,07	5,01
2	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Tengah Bentang	600	34,24	29000	5,16	
3	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Tengah Bentang	580	33,12	28500	4,81	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.45. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Variasi 1,4%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Letak Keruntuhan	L (mm)	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Lentur f _r (MPa)	Kuat Tarik Lentur Rata-Rata (MPa)
1	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Tengah Bentang	600	35,33	29500	5,24	5,10
2	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Tengah Bentang	600	34,22	30000	5,33	
3	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Tengah Bentang	580	33,52	28000	4,73	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.46. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Variasi 1,6%

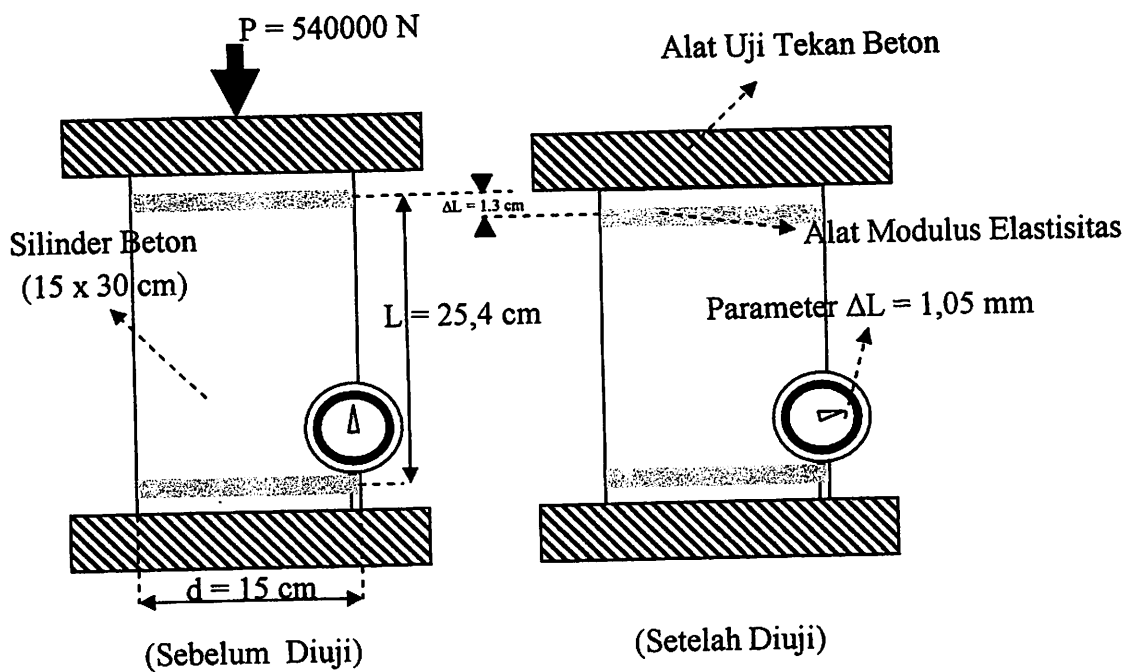
No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Letak Keruntuhan	L (mm)	Berat (kg)	Tekanan P (N)	Kuat Tarik Lentur f _r (MPa)	Kuat Tarik Lentur Rata-Rata (MPa)
1	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Tengah Bentang	600	35,40	28000	4,98	4,89
2	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Tengah Bentang	580	33,42	29000	4,90	
3	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Tengah Bentang	600	32,45	27000	4,80	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.4. Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas Beton

Untuk pengujian Modulus Elastisitas Beton ini dilakukan pada benda uji silinder 150 x 300 mm pada umur 28 hari. Terdapat 4 kelakuan penambahan bahan tambahan yang masing – masing perlakuan berjumlah 6 benda uji. Metode untuk menguji Modulus Elastisitas Beton ini disarankan Aman Subakti dalam buku Teknologi Beton, sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data modulus elastisitas beton dengan perlakuan tanpa bahan tambahan.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I



Gambar 5.8. Pengujian Modulus Elastisitas

Diketahui :

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

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

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

$$\Delta L = 1,05 \text{ mm}$$

Maka,

- Perhitungan Rengangan Beton (ϵ)

$$\begin{aligned} \text{Rengangan Beton} &= \frac{\Delta L}{L} \\ &= \frac{1,05}{254} \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

- Perhitungan Kuat Tekan Beton (f'_c)

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

- Perhitungan Modulus Elastisitas Beton (E_c)

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas Beton} &= \frac{f'_c}{\epsilon} \\ &= \frac{30,57}{0,004} \\ &= 7055,37 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Perhitungan Modulus Elastisitas Teoritis

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

Dimana :

ϵ	= Regangan
ΔL	= Perubahan panjang dari benda uji (mm)
L	= Panjang benda uji / tinggi silinder (mm)
f'_c	= Kuat Tekan Beton (Mpa)
P	= Beban Maksimum (N)
A	= Luas Permukaan benda uji (mm ²)
E_c	= Modulus Elastisitas (Mpa)
E_t	= Modulus Elastisitas Teoritis (Mpa)

Selanjutnya hasil perhitungan modulus elastisitas untuk semua perlakuan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

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

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	ΔL (mm)	ϵ	f_c (MPa)	E_c (MPa)	$E_{teoritis}$ (MPa)	E_c Rata-rata (MPa)
1	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,58	540000	254	1,3	0,005	30,573	5973,54	25987,75	6047,29
2	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,79	520000	254	1,2	0,005	29,441	6231,66	25501,95	
3	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,67	520000	254	1,2	0,005	29,441	6231,66	25501,95	
4	18-Okt-10	15-Nop-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. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1,2%

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)	$E_{teoritis}$ (MPa)	E_c Rata-rata (MPa)
1	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,40	655000	254	1,3	0,005	37,08	7946,62	28621,50	7927,95
2	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,54	635000	254	1,1	0,004	35,95	8296,59	28181,14	
3	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,53	640000	254	1,27	0,005	36,23	7764,63	28291,88	
4	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,30	635000	254	1,27	0,005	35,95	7703,97	28181,14	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.49. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1,4%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	ΔL (mm)	ϵ	f_c (MPa)	E_c (MPa)	$E_{teoritis}$ (MPa)	E_c Rata-rata (MPa)
1	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,42	680000	254	1,27	0,005	38,50	8249,92	29162,60	8056,97
2	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,66	655000	254	1	0,004	37,08	8557,90	28621,50	
3	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,54	655000	254	1,27	0,005	37,08	7946,62	28621,50	
4	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,32	660000	254	1,3	0,005	37,37	7473,46	28730,54	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.50. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Variasi 1,6%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Berat (kg)	P (N)	L (mm)	ΔL (mm)	ϵ	f_c (MPa)	E_c (MPa)	$E_{teoritis}$ (MPa)	E_c Rata-rata (MPa)
1	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,58	660000	254	1,27	0,005	37,37	7473,46	28730,54	7911,15
2	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,79	635000	254	1	0,004	35,95	8296,59	28181,14	
3	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,67	630000	254	1,27	0,005	35,67	7643,31	28069,98	
4	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 15 x 30	12,66	630000	254	1,1	0,004	35,67	8231,26	28069,98	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.5. Hasil Pengujian Porositas Beton

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

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

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I

- Perhitungan Volume Pori Terbuka (V_p)

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

- Perhitungan Porositas

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

Dimana :

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

W_a = Berat benda uji keadaan kering oven (gr)

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

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

Selanjutnya hasil perhitungan porositas untuk semua perlakuan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

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

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Wssd (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Porositas Rata-Rata (%)
1	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4020	3830	12,10	11,51
2	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3994	3832	10,32	
3	18-Okt-10	15-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	4030	3840	12,10	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.52. Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 1,2%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Wssd (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Porositas Rata-Rata (%)
1	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3960	3824	8,66	7,75
2	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3934	3841	5,92	
3	19-Okt-10	16-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3970	3834	8,66	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.53. Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 1,4%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Wssd (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Porositas Rata-Rata (%)
1	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3950	3842	6,88	6,94
2	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3924	3826	6,24	
3	20-Okt-10	17-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3960	3839	7,71	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.54. Data Hasil Pengujian Porositas Variasi 1,6%

No.	Tanggal buat	Tanggal test	Umur (hari)	Bentuk benda uji	Wssd (gr)	Wa (gr)	Porositas (%)	Porositas Rata-Rata (%)
1	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3960	3836	7,90	7,73
2	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3934	3824	7,01	
3	21-Okt-10	18-Nop-10	28	Silinder 10 x 20	3970	3840	8,28	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.2.6. Hasil Pengujian Workabilitas

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

Method compaction factor test ini berdasarkan British Standard 1881, yang diringkas dalam jurnal International Center for Aggregates Research, sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data pengujian workabilitas sebagai penjelasan dari analisa tersebut dibuat contoh perhitungan dengan menggunakan data workabilitas dengan perlakuan tanpa bahan tambahan, sedangkan untuk keseluruhan tiap perlakuan lainnya dibuat dalam bentuk tabel.

CONTOH PERHITUNGAN BENDA UJI I

- Perhitungan Faktor Kepadatan (Compacting Factor)

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

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

$$CF = 0,900$$

Dimana :

CF = Compacting factor/ faktor kepadatan

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

W_{padat} = Berat campuran beton setelah dipadatkan

Untuk perhitungan selanjutnya ditabelkan.

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

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

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.56. Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 1,2%

No.	Tanggal test	Slump (mm)	W Jatuh (kg)	W padat (kg)	CF	CF Rata-Rata
1	19-Okt-10	60	21,87	23,25	0,941	0,943
2			22,12	23,35	0,947	
3			21,9	23,3	0,940	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.57. Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 1,4%

No.	Tanggal test	Slump (mm)	W Jatuh (kg)	W padat (kg)	CF	CF Rata-Rata
1	20-Okt-10	70	22,22	23,1	0,962	0,948
2			21,97	23,5	0,935	
3			22,01	23,21	0,948	

Sumber : Data Hasil Penelitian

Tabel 5.58. Data Hasil Pengujian Workabilitas Variasi 1,6%

No.	Tanggal test	Slump (mm)	W Jatuh (kg)	W padat (kg)	CF	CF Rata-Rata
1	21-Okt-10	60	21,86	23,1	0,946	0,940
2			21,91	23,43	0,935	
3			21,85	23,3	0,938	

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3. Pengujian Interval Kepercayaan

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

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

5.3.1. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tekan

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tekan dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.59. Data Pengujian Kuat Tekan

No.	Kuat Tekan (MPa)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	35,77	41,73	39,08	37,10
2	34,45	37,76	55,64	37,10
3	33,12	28,48	41,07	39,75
4	25,17	36,43	41,07	40,41
5	34,45	39,08	37,76	37,76
6	38,42	38,42	39,75	39,08
7	35,77	38,42	41,73	39,08
8	35,77	39,08	41,07	40,41
9	35,77	39,08	38,42	38,42
10	37,10	38,42	37,76	37,76
11	51,67	38,42	37,76	36,43
12	35,77	39,08	39,08	29,15
13	34,45	39,08	37,76	37,76
14	34,45	54,98	29,81	41,07
15	35,77	40,41	36,43	54,98

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

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

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

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

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

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

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, 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
1,2	39,26	6,121	0,975	14	2,145	35,895	$< \mu <$	42,624
1,4	39,61	6,121	0,975	14	2,145	36,222	$< \mu <$	43,603
1,6	39,08	6,043	0,975	14	2,145	35,738	$< \mu <$	42,430

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.61. Data Pengujian Kuat Tekan Setelah Pengujian Interval

No.	Kuat Tekan (MPa)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	35,77	41,73	39,08	37,10
2	34,45	37,76	-	37,10
3	33,12	-	41,07	39,75
4	-	36,43	41,07	40,41
5	34,45	39,08	37,76	37,76
6	38,42	38,42	39,75	39,08
7	35,77	38,42	41,73	39,08
8	35,77	39,08	41,07	40,41
9	35,77	39,08	38,42	38,42
10	37,10	38,42	37,76	37,76
11	-	38,42	37,76	36,43
12	35,77	39,08	39,08	-
13	34,45	39,08	37,76	37,76
14	34,45	-	-	41,07
15	35,77	40,41	36,43	-

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3.2. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik belah

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik belah dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.62. Data Pengujian Kuat Tarik belah

No.	Kuat Tarik belah (MPa)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	1,91	2,62	2,76	2,55
2	2,05	2,76	2,76	2,69
3	1,84	2,69	2,69	2,62

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

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

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

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

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

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, 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	1,93	0,1081	0,975	2	4,303	1,6658	< μ <	2,2030
1,2	2,69	0,071	0,975	2	4,303	2,513	< μ <	2,865
1,4	2,74	0,041	0,975	2	4,303	2,635	< μ <	2,838
1,6	2,62	0,071	0,975	2	4,303	2,443	< μ <	2,794

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

Tabel 5.64. Interval Kepercayaan Kuat Tarik belah Setelah Pengujian Interval Kepercayaan

No.	Kuat Tarik belah (MPa)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	1,91	2,62	2,76	2,55
2	2,05	2,76	2,76	2,69
3	1,84	2,69	2,69	2,62

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3.3. Pengujian Interval Kepercayaan Kuat Tarik Lentur

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk kuat tarik lentur dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.65. Data Pengujian Kuat Tarik Lentur

No.	Kuat Lentur Tarik (MPa)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	4,22	5,07	5,24	4,98
2	4,62	5,16	5,33	5,16
3	4,44	4,81	4,73	4,56

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

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

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{[(4,22 - 4,50)^2 + (4,62 - 4,50)^2 + (4,44 - 4,50)^2]}{3 - 1}} \\ &= 0,200 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 4,43 - \left(4,303 \times \frac{0,200}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 4,43 + \left(4,303 \times \frac{0,200}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 3,93 < \mu < 4,93
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, 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	4,43	0,200	0,975	2	4,303	3,93	< μ <	4,93
1,2	5,01	0,177	0,975	2	4,303	4,57	< μ <	5,45
1,4	5,10	0,326	0,975	2	4,303	4,29	< μ <	5,91
1,6	4,90	0,305	0,975	2	4,303	4,13	< μ <	5,60

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 Lentur Tarik (MPa)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	4,22	5,07	5,24	4,98
2	4,62	5,16	5,33	5,16
3	4,44	4,81	4,73	4,56

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3.4. Pengujian Interval Kepercayaan Modulus Elastisitas

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk modulus elastisitas dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.68. Data Pengujian Modulus Elastisitas

No.	Modulus Elastisitas (MPa)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	5973,54	7946,62	8249,92	7473,46
2	6231,66	8296,59	8557,90	8296,59
3	6231,66	7764,63	7946,62	7643,31
4	5752,30	7703,97	7473,46	8231,26

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Modulus Elastisitas}}{n} \\
 &= \frac{5973.54 + 6231.66 + 6231.66 + 5752.30}{4} \\
 &= 6047.29 \text{ Mpa} \\
 s &= \sqrt{\frac{[(5973.54 - 6047.29)^2 + \dots + (5752.30 - 6047.29)^2]}{4 - 1}} \\
 &= 231.3 \\
 P &= \frac{1}{2} (1 + 0,95) = 0,975 \\
 dk &= n - 1 = 4 - 1 = 3 \\
 t_{0,975} &= 3,182
 \end{aligned}$$

Dimana :

- X = Nilai rata-rata
- s = Standar deviasi / simpangan baku
- P = Persentil
- $t_{0,975}$ = Nilai t pada percentil 0.975

Maka interval kepercayaan adalah :

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

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, 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		
							< μ <	
0	6047,29	231,3	0,971	3	3,182	5725,84	< μ <	6368,74
1,2	7927,95	266,5	0,975	3	3,182	7503,94	< μ <	8351,97
1,4	8056,97	462,2	0,975	3	3,182	7321,65	< μ <	8792,30
1,6	7911,15	370,5	0,975	3	3,182	7321,64	< μ <	8500,66

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 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	5973,54	7946,62	8249,92	7473,46
2	6231,66	8296,59	8557,90	8296,59
3	6231,66	7764,63	7946,62	7643,31
4	5752,30	7703,97	7473,46	8231,26

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3.5. Pengujian Interval Kepercayaan Porositas

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk porositas dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.71. Data Pengujian Porositas

No.	Porositas (%)			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	12,10	8,66	6,88	7,90
2	11,46	5,92	6,24	7,01
3	12,10	8,66	7,71	8,28

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned}
 X &= \frac{\text{Jumlah Porositas}}{n} \\
 &= \frac{12,10 + 11,46 + 12,10}{3} \\
 &= 11,89 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{[(12,10 - 11,89)^2 + (11,46 - 11,89)^2 + (12,10 - 11,89)^2]}{3 - 1}} \\
 &= 0,367
 \end{aligned}$$

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

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

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

Dimana : X = Nilai rata-rata

s = Standar deviasi / simpangan baku

P = Persentil

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

Maka interval kepercayaan adalah :

$$\begin{aligned}
 &= X - \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) < \mu < X + \left(t_{0,975} \times \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \\
 &= 11,89 - \left(4,303 \times \frac{0,367}{\sqrt{3}} \right) < \mu < 11,89 + \left(4,303 \times \frac{0,367}{\sqrt{3}} \right) \\
 &= 10,97 < \mu < 12,80
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, 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	11,89	0,367	0,975	2	4,303	10,97	$< \mu <$	12,80
1,2	7,75	1,581	0,975	2	4,303	3,821	$< \mu <$	11,678
1,4	6,94	0,735	0,975	2	4,303	5,118	$< \mu <$	8,768
1,6	7,73	0,654	0,975	2	4,303	6,104	$< \mu <$	9,352

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 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	12,10	8,66	6,88	7,90
2	11,46	5,92	6,24	7,01
3	12,10	8,66	7,71	8,28

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.3.6. Pengujian Interval Kepercayaan Workabilitas

Di bawah ini disajikan data dan perhitungan pengujian interval kepercayaan untuk workability dengan variasi 0%, 1,2%, 1,4%, dan 1,6%.

Tabel 5.74. Data Pengujian Workabilitas

No.	Compacting Factor			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	0,900	0,941	0,962	0,946
2	0,899	0,947	0,935	0,935
3	0,901	0,940	0,948	0,938

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$\begin{aligned} X &= \frac{\text{Jumlah CF}}{n} \\ &= \frac{0,900 + 0,899 + 0,901}{3} \\ &= 0,900 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} s &= \sqrt{\frac{[(0,900 - 0,900)^2 + (0,899 - 0,900)^2 + (0,901 - 0,900)^2]}{3 - 1}} \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

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

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

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

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

Maka interval kepercayaan adalah :

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

Dengan cara yang sama kita dapat mencari interval kepercayaan untuk variasi 1,2%, 1,4%, dan 1,6%, yang selanjutnya akan disajikan pada tabel 5.75.

Tabel 5.75. Interval Kepercayaan Workabilitas

Variasi (%)	X	s	P	dk	t _{0,975}	Interval Kepercayaan		
0	0,900	0,001	0,975	2	4,303	0,898	< μ <	0,902
1,2	0,943	0,004	0,975	2	4,303	0,932	< μ <	0,952
1,4	0,948	0,013	0,975	2	4,303	0,915	< μ <	0,981
1,6	0,940	0,005	0,975	2	4,303	0,925	< μ <	0,950

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

No.	Compacting Factor			
	Variasi 0%	Variasi 1,2%	Variasi 1,4%	Variasi 1,6%
1	0,900	0,941	0,962	0,946
2	0,899	0,947	0,935	0,935
3	0,901	0,940	0,948	0,938

Sumber : Data Hasil Penelitian

1840

(1840) 1840 (1840) 1840

(1840) 1840 (1840) 1840

1840

1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840

1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840

1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840
1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840
1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840
1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840

1840

1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840

1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840

1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840 1840

1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840
1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840
1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840
1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840	1840

1840

5.4. Pengujian Hipotesis

5.4.1. 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 tetes tebu.

Tabel 5.77. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 1,2 %		Variasi 1,4 %		Variasi 1,6 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	35,77	1279,54	41,73	1741,60	39,08	1527,47	37,10	1376,08	
2	34,45	1186,52	37,76	1425,66	-	-	37,10	1376,08	
3	33,12	1097,00	-	-	41,07	1686,75	39,75	1579,68	
4	-	-	36,43	1327,37	41,07	1686,75	40,41	1632,78	
5	34,45	1186,52	39,08	1527,47	37,76	1425,66	37,76	1425,66	
6	38,42	1476,13	38,42	1476,13	39,75	1579,68	39,08	1527,47	
7	35,77	1279,54	38,42	1476,13	41,73	1741,60	39,08	1527,47	
8	35,77	1279,54	39,08	1527,47	41,07	1686,75	40,41	1632,78	
9	35,77	1279,54	39,08	1527,47	38,42	1476,13	38,42	1476,13	
10	37,10	1376,08	38,42	1476,13	37,76	1425,66	37,76	1425,66	
11	-	-	38,42	1476,13	37,76	1425,66	36,43	1327,37	
12	35,77	1279,54	39,08	1527,47	39,08	1527,47	-	-	
13	34,45	1186,52	39,08	1527,47	37,76	1425,66	37,76	1425,66	
14	34,45	1186,52	-	-	-	-	41,07	1686,75	
15	35,77	1279,54	40,41	1632,78	36,43	1327,37	-	-	
SY	461,04		505,43		508,74		502,11		1977,32
SY ²	16372,53		19669,24		19942,62		19419,57		75403,96
n	13		13		13		13		52

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 16372,53 + 19669,24 + 19942,62 + 19419,57 \\ &= 75403,96\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{1977,32^2}{52} \\ &= 75188,722\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{461,04^2}{13} + \frac{505,43^2}{13} + \frac{508,74^2}{13} + \frac{502,11^2}{13} \right) - 75188,722 \\ &= 115,34\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 75403,96 - 75188,722 - 115,34 \\ &= 99,90\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.78. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	75188,72165	75188,72165
Antar Perlakuan	3	115,3286543	38,44288477
Dalam Perlakuan	48	99,91155828	2,081490797
Jumlah	52		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

F hitung = $\frac{38,442885}{2,0814901} = 18,47$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 52) = 2,784, Jadi nilai F hitung 18,47 > F tabel = 2,784. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi tetes tebu terhadap nilai kuat tekan.

5.4.2. 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 tetes tebu.

Tabel 5.79. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik belah Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 1,2 %		Variasi 1,4 %		Variasi 1,6 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	1,91	3,65	2,62	6,86	2,76	7,62	2,55	6,49	
2	2,05	4,21	2,76	7,62	2,76	7,62	2,69	7,23	
3	1,84	3,39	2,69	7,23	2,69	7,23	2,62	6,86	
SY	5,80		8,07		8,21		7,86		29,94
SY ²	11,25		21,71		22,47		20,58		76,01
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{ni} Y^2_{ij} \\ &= 11,25 + 21,71 + 22,47 + 20,58 \\ &= 76,01\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{29,94^2}{12} \\ &= 74,68\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k ni} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{5,80^2}{3} + \frac{8,07^2}{3} + \frac{8,21^2}{3} + \frac{7,86^2}{3} \right) - 74,68 \\ &= 1,277\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 76,01 - 74,68 - 1,277 \\ &= 0,05\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.80. Analisa Varian Untuk Kuat Tarik belah

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	74,68186674	74,68186674
Antar Perlakuan	3	1,276773639	0,425591213
Dalam Perlakuan	8	0,046746861	0,005843358
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{0,42559}{0,00584} = 72,833$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 72,833 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha **diterima** Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai kuat belah tekan.

5.4.3. 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 tetes tebu.

Tabel 5.81. Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Setelah Penyortiran

No	Variasi 0 %		Variasi 1,2 %		Variasi 1,4 %		Variasi 1,6 %		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	4,22	17,83	5,07	25,67	5,24	27,50	4,98	24,78	
2	4,62	21,36	5,16	26,58	5,33	28,44	5,16	26,58	
3	4,44	19,75	4,81	23,17	4,73	22,36	4,56	20,79	
SY	13,29		15,04		15,31		14,69		58,32
SY ²	58,95		75,42		78,31		72,15		284,83
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 58,95 + 75,42 + 78,31 + 72,15 \\ &= 284,83\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{58,32^2}{12} \\ &= 283,478\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{13,29^2}{3} + \frac{15,04^2}{3} + \frac{15,31^2}{3} + \frac{14,69^2}{3} \right) - 283,478 \\ &= 0,805\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 284,83 - 283,478 - 0,805 \\ &= 0,5433\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.82. Analisa Varian Untuk Kuat Tekan Lentur

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	283,4784016	283,4784016
Antar Perlakuan	3	0,805127572	0,268375857
Dalam Perlakuan	8	0,543354733	0,067919342
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

F hitung = $\frac{0,268}{0,0679}$ = 3,95

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 3,95 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap nilai Kuat Tarik Lentur beton.

5.4.4. Pengujian Modulus Elastisitas Beton

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

Tabel 5.83. Data Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Setelah Penyortiran

No	0		1,2		1,4		1,6		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	5973,54	35683208,58	7946,62	63148739,83	8249,92	68061248,87	7473,46	55852615,16	
2	6231,66	38833566,54	8296,59	68833349,88	8557,90	73237591,75	8296,59	68833349,88	
3	6231,66	38833566,54	7764,63	60289549,17	7946,62	63148739,83	7643,31	58420219,89	
4	5752,30	33088956,10	7703,97	59351204,75	7473,46	55852615,16	8231,26	67753627,80	
SY	24189,16		31711,81		32227,90		31644,62		119773,49
SY ²	146439297,76		251622843,63		260300195,61		250859812,73		909222149,73
n	4		4		4		4		16

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 146439297,76 + 251622843,63 + 260300195,61 + 250859812,73 \\ &= 909222149,73\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{119773,49^2}{16} \\ &= 896605556,9\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{24189,16^2}{4} + \frac{131711,81^2}{4} + \frac{32227,90^2}{4} + \frac{31644,62^2}{4} \right) - 896605556,9 \\ &= 11087913,08\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 909222149,73 - 896605556,9 - 11087913,08 \\ &= 1528679,746\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.84. Analisa Varian Untuk Modulus Elastisitas

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	896605556,9	896605556,9
Antar Perlakuan	3	11087913,08	3695971,025
Dalam Perlakuan	12	1528679,746	127389,9788
Jumlah	16		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{3695971,025}{127389,9788} = 29,01$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 16) = 3,49. Jadi nilai F *hitung* 29,01 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha **diterima** Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap Modulus Elastisitas beton.

5.4.4. Pengujian Hipotesis Porositas Beton

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

Tabel 5.85. Data Hasil Pengujian Porositas Setelah Penyortiran

No	0		1,2		1,4		1,6		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	12,10	146,46	8,66	75,04	6,88	47,32	7,90	62,38	
2	10,32	106,47	5,92	35,09	6,24	38,96	7,01	49,09	
3	12,10	146,46	8,66	75,04	7,71	59,40	8,28	68,56	
SY	34,52		23,25		20,83		23,18		101,78
SY ²	399,38		185,16		145,68		180,03		910,26
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 399,38 + 185,16 + 145,68 + 180,03 \\ &= 910,26\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{101,78^2}{12} \\ &= 863,3223795\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{34,52^2}{3} + \frac{23,25^2}{3} + \frac{20,83^2}{3} + \frac{20,83^2}{3} \right) - 863,3223795 \\ &= 37,88253749\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 910,26 - 863,3223795 - 37,88253749 \\ &= 9,055134083\end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

Tabel 5.86. Analisa Varian Untuk Porositas

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	863,3223795	863,3223795
Antar Perlakuan	3	37,88253749	12,6275125
Dalam Perlakuan	8	9,055134083	1,13189176
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

F hitung $= \frac{12,62751}{1,131892} = 11,15611$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F tabel (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F hitung 11,15611 > F tabel = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap porositas.

5.4.4. Pengujian Hipotesis Workabilitas

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

Tabel 5.87. Data Hasil Pengujian Workabilitas Setelah Penyortiran

No	0		1,2		1,4		1,6		Jumlah
	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	Y	Y ²	
1	0,900	0,810	0,941	0,885	0,962	0,925	0,946	0,896	
2	0,899	0,809	0,947	0,897	0,935	0,874	0,935	0,874	
3	0,901	0,813	0,940	0,883	0,948	0,899	0,938	0,879	
SY	2,701		2,828		2,845		2,819		11,193
SY ²	2,432		2,666		2,699		2,649		10,446
n	3		3		3		3		12

Sumber : Data Hasil Penelitian

Selanjutnya diperlukan :

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

$$\begin{aligned}\sum Y^2 &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 \\ &= 2,432 + 2,666 + 2,699 + 2,649 \\ &= 10,446\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}R_y &= \frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \\ &= (\sum Y)^2 / n \text{ total} \\ &= \frac{11,193^2}{12} \\ &= 10,441\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat –kuadrat (JK) antar perlakuan :

$$\begin{aligned}P_y &= \left(\frac{J^2}{\sum_{i=1}^k n_i} \right) - R_y \\ &= \left(\frac{2,701^2}{3} + \frac{2,828^2}{3} + \frac{2,845^2}{3} + \frac{2,819^2}{3} \right) - 10,441 \\ &= 0,0043\end{aligned}$$

- Jumlah kuadrat-kuadrat (JK) dalam eksperimen :

$$\begin{aligned}E_y &= \sum Y^2 - R_y - P_y \\ &= 10,446 - 10,441 - 0,0043 \\ &= 0,0005\end{aligned}$$

Keterangan :

Y = Data-data pengamatan

n = Banyak pengamatan

J = Jumlah dari data-data pengamatan

k = Variasi perlakuan

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

Tabel 5.88. Analisa Varian Untuk Uji Workabilitas

Sumber Variasi	Dk	JK	MK
Rata-rata	1	10,44076554	10,44076554
Antar Perlakuan	3	0,004318612	0,001439537
Dalam Perlakuan	8	0,000468774	5,85967E-05
Jumlah	12		

Sumber : Data Hasil Penelitian

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

$$F \text{ hitung} = \frac{0,00143}{0,000058} = 24,567$$

Dalam tabel I pada buku Metode Statistika (Sudjana,2002;496), nilai F *tabel* (0,05 ; 3 ; 12) = 3,49. Jadi nilai F *hitung* 24,567 > F *tabel* = 3,49. Dengan demikian Ha *diterima* Ho ditolak, yang berarti bahwa terdapat pengaruh pemberian variasi terhadap workabilitas.

5.5. 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 Deddy Kurniawan dan Yulian Yusuf M.

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 :

$$\begin{aligned} \sum Y &= na + b \sum x + c \sum x^2 \\ \sum xY &= a \sum x + b \sum x^2 + c \sum x^3 \\ \sum x^2Y &= a \sum x^2 + b \sum x^3 + c \sum x^4 \end{aligned}$$

5.5.1. 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

No.	x	y	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
1	0	25,134	0,000	0,000	0,000	0	0	631,732
2	1,2	28,606	1,440	1,728	2,074	34,3268556	41,1922267	818,287
3	1,4	28,850	1,960	2,744	3,842	40,3906932	56,5469704	832,351
4	1,6	28,502	2,560	4,096	6,554	45,6024158	72,9638653	812,336
5	1,8	28,403	3,240	5,832	10,498	51,125824	92,0264831	806,744
6	2	28,046	4,000	8,000	16,000	56,0913483	112,182697	786,560
7	2,2	27,593	4,840	10,648	23,426	60,7040041	133,548809	761,359
8	2,4	26,189	5,760	13,824	33,178	62,85258	150,846192	685,841
9	2,6	24,886	6,760	17,576	45,698	64,7043739	168,231372	619,328
10	2,8	23,098	7,840	21,952	61,466	64,6732503	181,085101	533,499
Total	18	269,307	38,4	86,4	202,7328	480,471345	1008,62372	7288,03661

Sumber : Data Hasil Penelitian

Dari Tabel di atas, maka di dapat persamaan :

$$\begin{array}{rclcl} 269,306 & = & 10a & + & 18b & + & 38,4c \\ 480,471 & = & 18a & + & 38,4b & + & 86,4c \\ 1008,623 & = & 38,4a & + & 86,4b & + & 202,7328c \end{array}$$

Dari ketiga persamaan didapat :

$$a = 24,99$$

$$b = 6,178$$

$$c = -2,393$$

Maka didapat persamaan :

$$Y = -2,393x^2 + 6,178x + 24,99$$

Mencari koefisien determinasi (R^2) :

$$R^2 = 0,976$$

$$\begin{aligned} JK(b|a) &= \left\{ b \left(\Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n} \right) \right\} + \left\{ c \left(\Sigma x^2 y - \frac{(\Sigma x^2)(\Sigma y)}{n} \right) \right\} \\ &= \left\{ 6,178 \left(480,471 - \frac{269,306 * 18}{10} \right) \right\} + \left\{ -2,122 \left(1008,623 - \frac{38,4 * 269,306}{10} \right) \right\} \\ &= 34,613 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK(E) &= \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \\ &= 7288,036 - \frac{(269,306)^2}{10} \\ &= 35,463 \end{aligned}$$

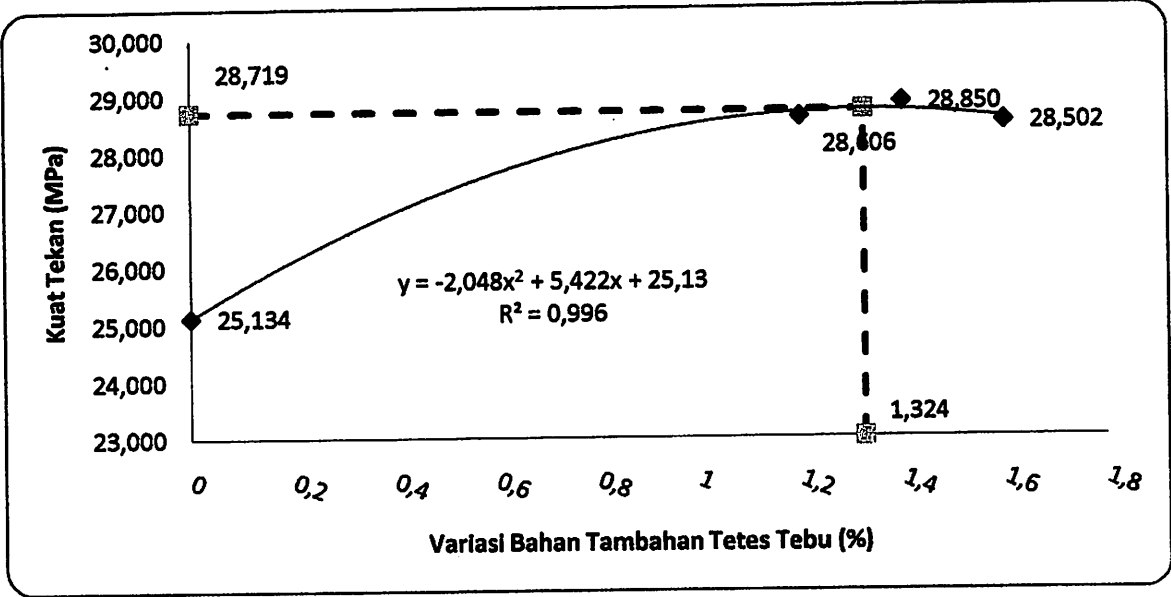
$$R^2 = \frac{JK(b|a)}{JK(E)}$$

$$= \frac{34,613}{35,463}$$

$$= 0,976$$

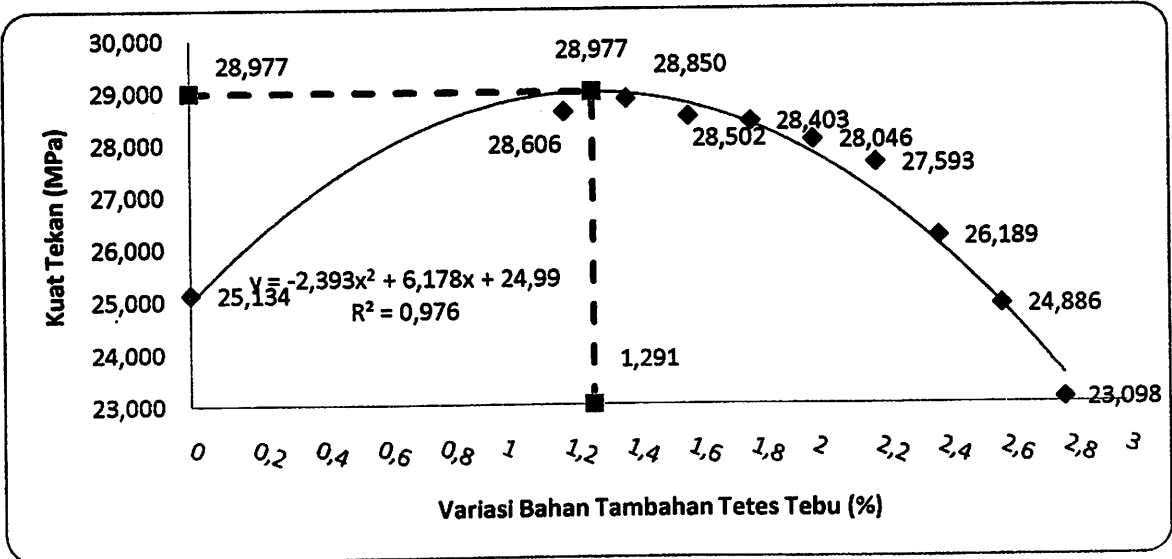
Sesuai dengan hasil analisis regresi secara manual, maka hubungan x dan y dalam hal ini adalah *kuat tekan* sebagai variabel terikat dengan penambahan *variasi bahan tambahan tetes* dari variasi 0 % sampai 2,8 % sebagai variabel terikat, untuk kuat tekan menghasilkan persamaan $-2,393x^2 + 6,178x + 24,99$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,976. Hal ini berarti 97,6 % perubahan dari pada nilai kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan bahan tambahan sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Data hasil pengujian kemudian disajikan ke dalam grafik kuadratik polinier.

**Grafik 5.11. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan
(Variasi 0 – 1,6%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.12. Analisa Regresi Untuk Kuat Tekan
(Variasi 0 – 2,8%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

5.5.2. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik belah

Tabel 5.90. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik belah

Notasi	Variasi (%)	Nilai	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
0	0	1,840	0,000	0,000	0,000	0	0	3,386
T1	1,2	2,689	1,440	1,728	2,074	3,227176	3,872611	7,232
T2	1,4	2,736	1,960	2,744	3,842	3,831092	5,363529	7,488
T3	1,6	2,619	2,560	4,096	6,554	4,189667	6,703468	6,857
T4	1,8	2,477	3,240	5,832	10,498	4,458599	8,025478	6,136
T5	2	2,359	4,000	8,000	16,000	4,718094	9,436188	5,565
T6	2,2	2,147	4,840	10,648	23,426	4,722812	10,39019	4,608
T7	2,4	1,864	5,760	13,824	33,178	4,472753	10,73461	3,473
T8	2,6	1,675	6,760	17,576	45,698	4,354801	11,32248	2,805
T9	2,8	1,486	7,840	21,952	61,466	4,161359	11,6518	2,209
Total	18	21,89196	38,4	86,4	202,7328	38,13635	77,50035	49,75980739

Sumber : data hasil penelitian

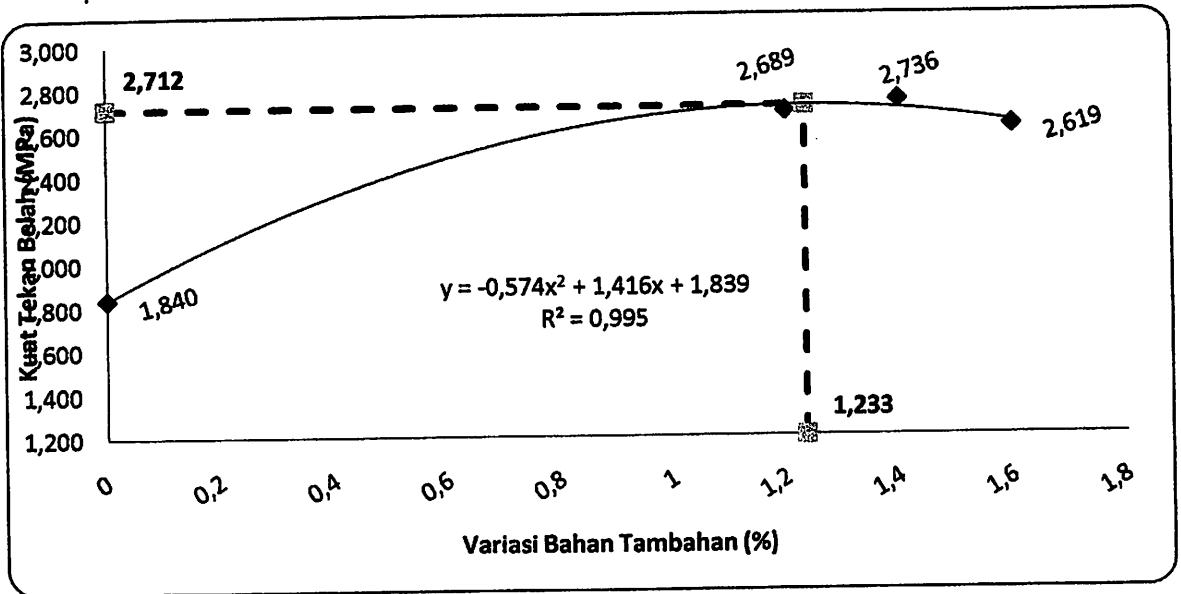
Didapat Persamaan

Y = -0,528x² + 1,309x + 1,860

Didapat koefisien determinasi (R²) :

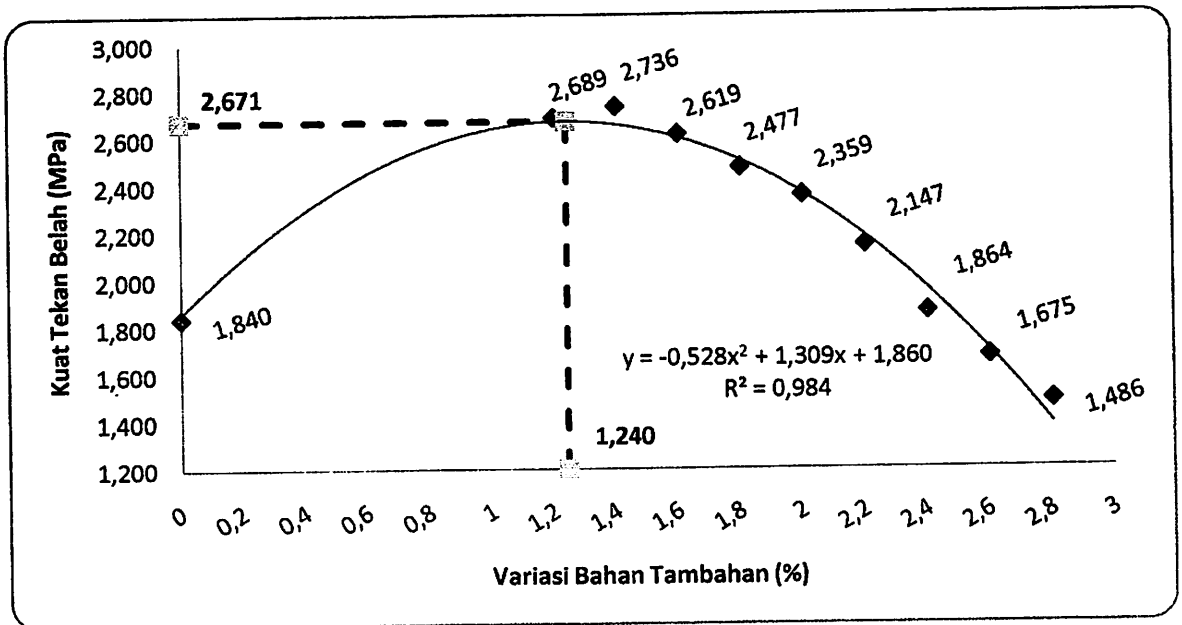
R² = 0,984

**Grafik 5.13. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik belah
(Variasi 0 – 1,6%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.14. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik belah
(Variasi 0 – 2,8%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

5.5.3. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur

Tabel 5.91. Tabel Nilai Regresi Untuk Kuat Tarik belah

Notasi	Variasi (%)	Nilai	x ²	x ³	x ⁴	xy	x ² y	y ²
0	0	4,444	0,000	0,000	0,000	0	0	19,753
T1	1,2	5,012	1,440	1,728	2,074	6,01422222	7,21706667	25,119
T2	1,4	5,102	1,960	2,744	3,842	7,14311111	10,0003556	26,033
T3	1,6	4,898	2,560	4,096	6,554	7,83644444	12,5383111	23,988
T4	1,8	4,953	3,240	5,832	10,498	8,91466667	16,0464	24,528
T5	2	4,747	4,000	8,000	16,000	9,49333333	18,9866667	22,531
T6	2,2	4,634	4,840	10,648	23,426	10,194963	22,4289185	21,475
T7	2,4	4,487	5,760	13,824	33,178	10,7697778	25,8474667	20,137
T8	2,6	4,284	6,760	17,576	45,698	11,1395556	28,9628444	18,356
T9	2,8	4,049	7,840	21,952	61,466	11,3368889	31,7432889	16,394
Total	18	46,6104	38,4	86,4	202,7328	82,842963	173,771319	218,3130952

Sumber : data hasil penelitian

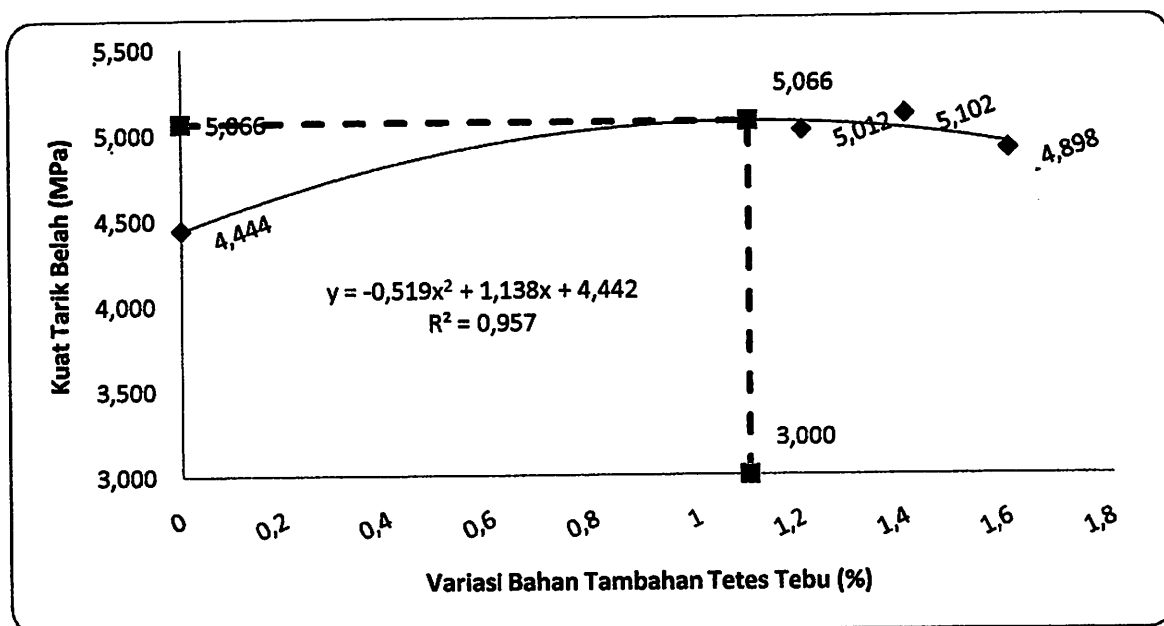
Didapat Persamaan

$\hat{Y} = -0,394x^2 + 0,959x + 4,448$

Didapat koefisien determinasi (R²) :

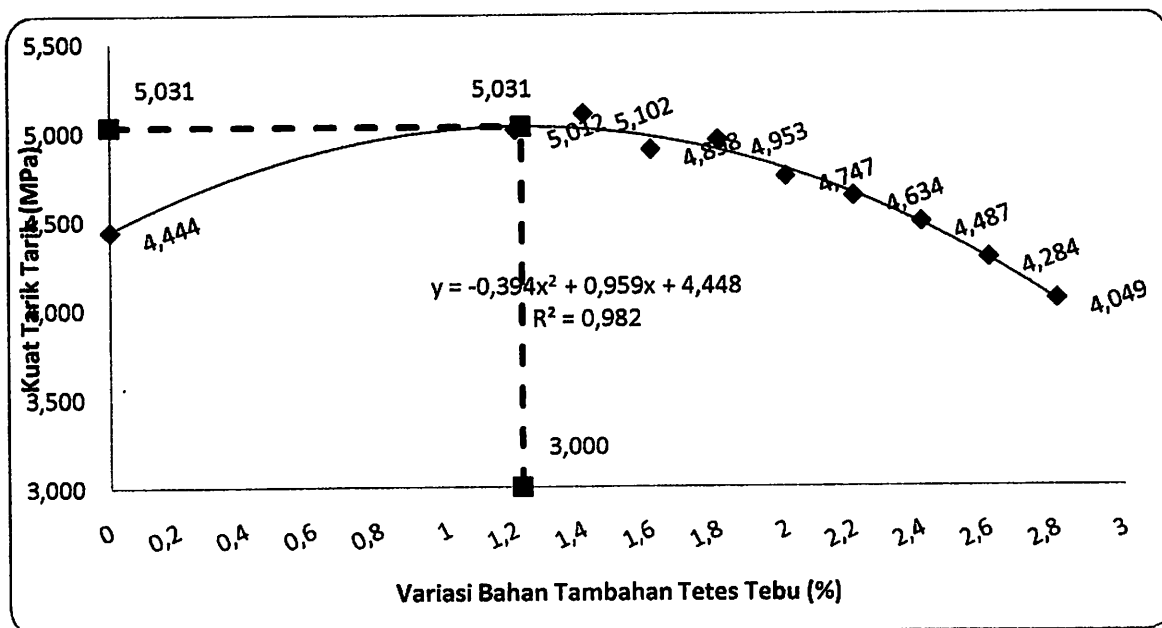
$R^2 = 0,979$

**Grafik 5.15. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur
(Variasi 0 – 1,6 %)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.16. Analisa Regresi Untuk Kuat Tarik Lentur
(Variasi 0 – 2,8 %)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

5.5.4. Analisa Regresi Untuk Moulus Elastisitas

Tabel 5.92. Tabel Nilai Regresi Untuk Modulus Elastisitas

Notasi	Variasi (%)	Nilai	x2	x3	x4	xy	x2y	y2
0	0	7142,468	0	0	0	0	0	51014853
T1	1,2	7927,953	1,44	1,728	2,0736	9513,544	11416,25	62852441
T2	1,4	8056,975	1,96	2,744	3,8416	11279,76	15791,67	64914844
T3	1,6	7911,155	2,56	4,096	6,5536	12657,85	20252,56	62586368
T4	1,8	7709,806	3,24	5,832	10,4976	13877,65	24979,77	59441110
T5	2	7514,928	4	8	16	15029,86	30059,71	56474144
T6	2,2	7328,667	4,84	10,648	23,4256	16123,07	35470,75	53709361
T7	2,4	7147,383	5,76	13,824	33,1776	17153,72	41168,93	51085089
T8	2,6	6972,010	6,76	17,576	45,6976	18127,23	47130,79	48608928
T9	2,8	6775,048	7,84	21,952	61,4656	18970,13	53116,38	45901276
Total	18	74486,394	38,4	86,4	202,7328	132732,8	279386,8	5,57E+08

Sumber : data hasil penelitian

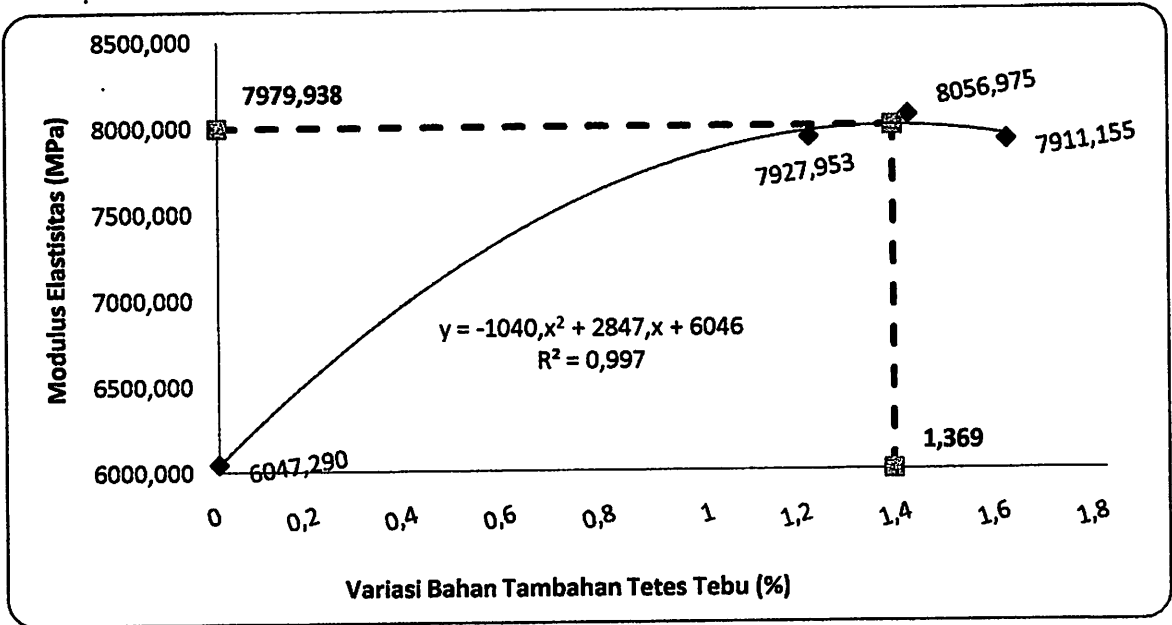
Didapat Persamaan

$\hat{Y} = -503,4x^2 + 1224x + 7174$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

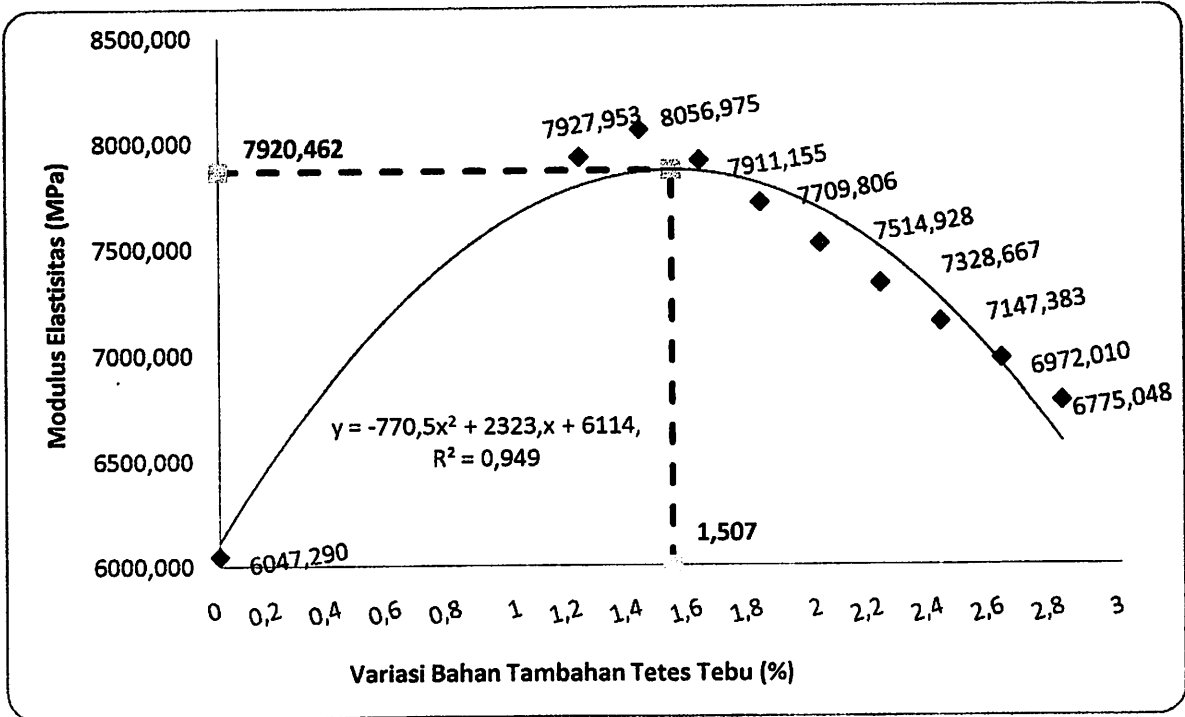
$R^2 = 0,960$

Grafik 5.17. Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas (Variasi 0 – 1,6%)



Sumber : Data Hasil Penelitian

Grafik 5.18. Analisa Regresi Untuk Modulus Elastisitas (Variasi 0 – 2,8%)



Sumber : Data Hasil Penelitian

5.5.5. Analisa Regresi Untuk Porositas

Tabel 5.93. Tabel Nilai Regresi Untuk Porositas

Notasi	Variasi (%)	Nilai	x2	x3	x4	xy	x2y	y2
0	0	11,507	0	0	0	0	0	132,421
T1	1,2	7,749	1,44	1,728	2,0736	9,299363	11,15924	60,05427
T2	1,4	6,943	1,96	2,744	3,8416	9,719745	13,60764	48,20074
T3	1,6	7,728	2,56	4,096	6,5536	12,36518	19,78429	59,72566
T4	1,8	8,726	3,24	5,832	10,4976	15,70701	28,27261	76,14508
T5	2	9,618	4	8	16	19,23567	38,47134	92,50274
T6	2,2	10,722	4,84	10,648	23,4256	23,58811	51,89384	114,9585
T7	2,4	11,720	5,76	13,824	33,1776	28,12739	67,50573	137,3524
T8	2,6	12,569	6,76	17,576	45,6976	32,67941	84,96645	157,9798
T9	2,8	13,652	7,84	21,952	61,4656	38,22505	107,0301	186,3718
Total	18	100,934183	38,4	86,4	202,7328	188,9469	422,6913	1065,712

Sumber : data hasil penelitian

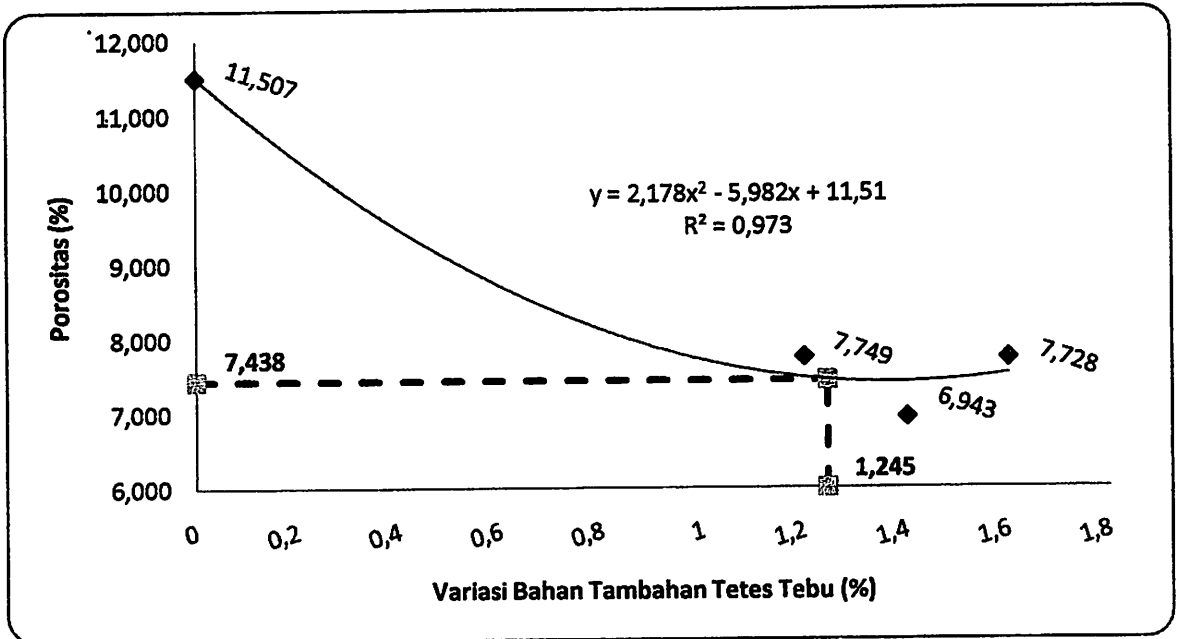
Didapat Persamaan

$\hat{Y} = 2,573x^2 - 6,200x + 11,37$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

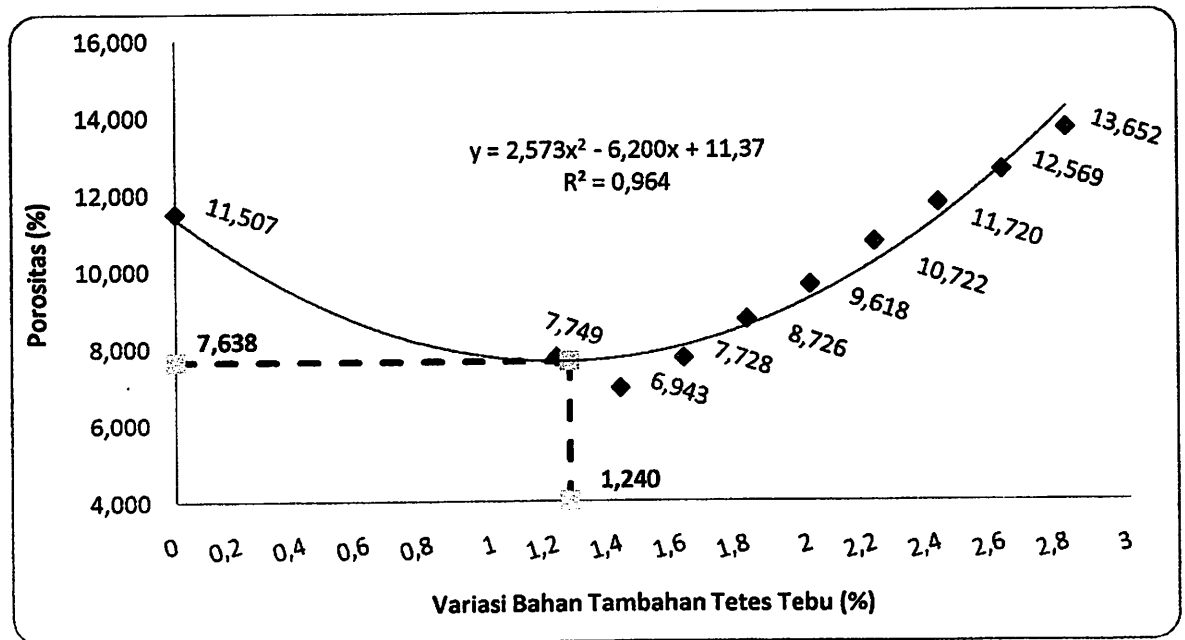
$R^2 = 0,964$

**Grafik 5.19. Analisa Regresi Untuk Porositas
(Variasi 0 – 1,6%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.20. Analisa Regresi Untuk Porositas
(Variasi 0 – 2,8%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

5.5.6. Analisa Regresi Untuk Workabilitas

Tabel 5.94. Tabel Nilai Regresi Untuk Workabilitas

Notasi	Variasi (%)	Nilai	x2	x3	x4	xy	x2y	y2
0	0	7142,468	0	0	0	0	0	51014853
T1	1,2	7927,953	1,44	1,728	2,0736	9513,544	11416,25	62852441
T2	1,4	8056,975	1,96	2,744	3,8416	11279,76	15791,67	64914844
T3	1,6	7911,155	2,56	4,096	6,5536	12657,85	20252,56	62586368
T4	1,8	7709,806	3,24	5,832	10,4976	13877,65	24979,77	59441110
T5	2	7514,928	4	8	16	15029,86	30059,71	56474144
T6	2,2	7328,667	4,84	10,648	23,4256	16123,07	35470,75	53709361
T7	2,4	7147,383	5,76	13,824	33,1776	17153,72	41168,93	51085089
T8	2,6	6972,010	6,76	17,576	45,6976	18127,23	47130,79	48608928
T9	2,8	6775,048	7,84	21,952	61,4656	18970,13	53116,38	45901276
Total	18,000	74486,394	38,4	86,4	202,7328	132732,8	279386,8	5,57E+08

Sumber : data hasil penelitian

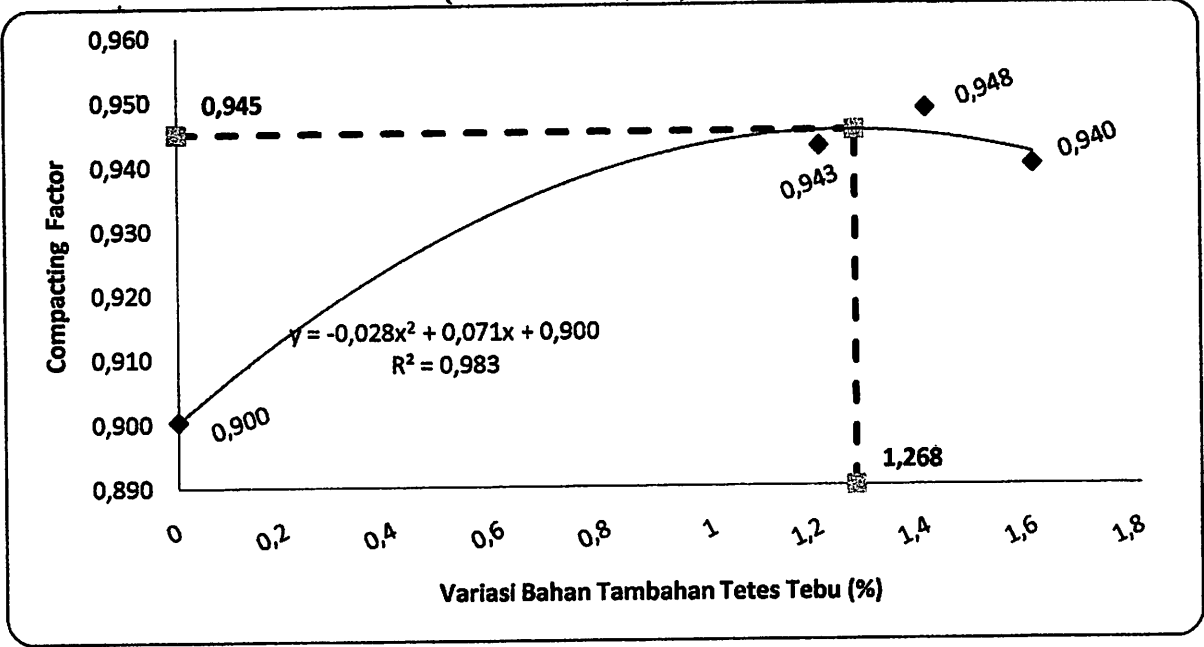
Didapat Persamaan

$\hat{Y} = -0,026x^2 + 0,066x + 0,901$

Didapat koefisien determinasi (R^2) :

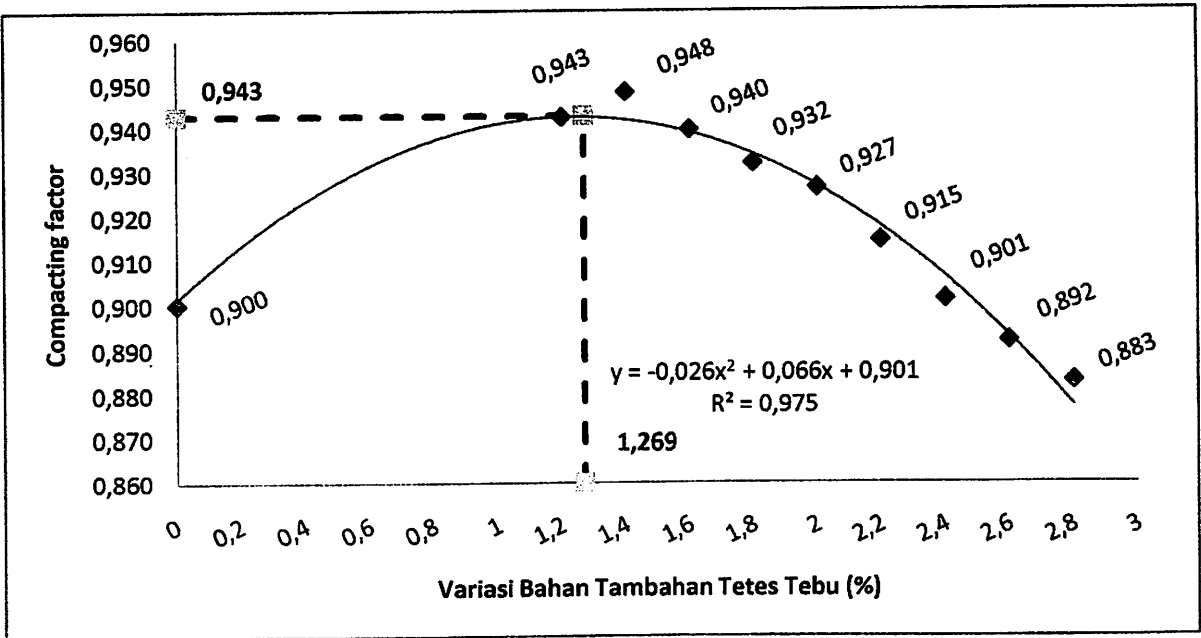
$R^2 = 0,975$

**Grafik 5.21. Analisa Regresi Untuk Workabilitas
(Variasi 0 – 1,6%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

**Grafik 5.22. Analisa Regresi Untuk Workabilitas
(Variasi 0 – 2,8%)**



Sumber : Data Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisa regresi di atas mengenai hubungan variasi tetes tebu terhadap pengujian yang dilakukan dapat dirangkum beberapa pembahasan antara lain :

1. Penambahan variasi tetes tebu sampai variasi 1,4 % akan meningkatkan sifat mekanis beton antara lain kuat tekan beton, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas.
2. Untuk pengujian porositas berbanding terbalik terhadap pengujian yang lainnya, dapat dikatakan semakin banyak penambahan variasi tetes tebu (lebih besar dari variasi 1,4%) akan memperbanyak pori yang ada pada beton, sehingga beton akan mudah keropos.
3. Untuk pengujian terhadap beton basah dapat dilihat dari pengujian compacting faktor, dimana semakin tinggi nilai CF, maka campuran akan semakin padat dan sifat workabilitas/kemudahan dalam pekerjaannya akan berkurang

5.6. Nilai Variasi Optimum Campuran

5.6.1. Variasi 0 – 1,6 %

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 – 1,6 %.

- Persamaan Kuat Tekan Beton :

$$Y = -2,048x^2 + 5,422x + 25,13$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-2,048)x + 5,422 = 0$$

$$-4,096 + 5,422 = 0$$

$$x = \frac{5,422}{4,096}$$

$$x = 1,324$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi $x = 1,324$
- $Y = -2,048(1,324)^2 + 5,422(1,324) + 25,13$

$$Y = 28,719$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum untuk variasi 1,324% (variasi 0-1,6%) sebesar 28,719 Mpa.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

**Tabel 5.95. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0-1,6%)**

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum
1	Kuat Tekan	1,324	28,719 MPa
2	Kuat Tarik belah	1,233	2,712 MPa
3	Kuat Tarik Lentur	1,096	5,066 MPa
4	Modulus Elastisitas	1,369	7994,416 MPa
5	Porositas	1,373	7,403 %
6	Workabilitas	1,268	0,945

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sebagai sifat beton yang dominan dipakai variasi optimum dari kuat tekan beton dengan variasi optimum sebesar 1,324 %.

**Tabel 5.96. Tabel Variasi dan Nilai Dominan
(Untuk Variasi 0-1,6%)**

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum Dominan (Kuat Tekan)
1	Kuat Tekan	1,324	28,719 MPa
2	Kuat Tarik belah		2,708 MPa
3	Kuat Tarik Lentur		5,039 MPa
4	Modulus Elastisitas		7979,936 MPa
5	Porositas		7,408 %
6	Workabilitas		0,945

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.6.2. Variasi 0 – 2,8 %

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

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

- Persamaan Kuat Tekan Beton :

$$Y = -2,393x^2 + 6,178x + 24,99$$

- Defrensial / Penurunan Persamaan :

$$\frac{Dy}{Dx} = 2.(-2,393)x + 6,178 = 0$$

$$-4,786 + 6,178 = 0$$

$$x = \frac{6,178}{4,786}$$

$$x = 1,291$$

- Kuat Tekan Optimum, variasi $x = 1,291$

$$Y = -2,393(1,291)^2 + 6,178(1,291) + 24,99$$

$$Y = 28,977$$

Maka didapat nilai kuat tekan optimum untuk variasi 1,291% (variasi 0-1,6%) sebesar 28,977 Mpa.

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditabelkan.

**Tabel 5.97. Tabel Variasi dan Nilai Optimum
(Untuk Variasi 0 - 2,8%)**

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum
1	Kuat Tekan	1,291	28,977 MPa
2	Kuat Tarik belah	1,240	2,671 Mpa
3	Kuat Tarik Lentur	1,217	5,032 MPa
4	Modulus Elastisitas	1,507	7864,918 MPa
5	Porositas	1,205	7,635 %
6	Workabilitas	1,269	0,943

Sumber : Data Hasil Penelitian

Sebagai sifat beton yang dominan dipakai variasi optimum dari kuat tekan beton dengan variasi optimum sebesar 1,291 %.

**Tabel 5.98. Tabel Variasi dan Nilai Dominan
(Untuk Variasi 0 - 2,8%)**

No	Keterangan	Variasi Optimum (%)	Nilai Optimum Dominan (Kuat Tekan)
1	Kuat Tekan	1,291	28,977 MPa
2	Kuat Tarik belah		2,670 MPa
3	Kuat Tarik Lentur		5,029 MPa
4	Modulus Elastisitas		7916,606 MPa
5	Porositas		7,660 %
6	Workabilitas		0,943

Sumber : Data Hasil Penelitian

5.7. Pengujian Kadar PH Tetes Tebu

PH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Dimana PH normal dikatakan terdapat pada air murni dengan nilai PH antara 6-7,8. Dalam penelitian kami dilakukan pengujian PH terhadap bahan tambahan tetes tebu. Dari Hasil yang didapat, tetes tebu memiliki kadar PH sebesar 6,2.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari keseluruhan rangkaian penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Dari hasil pengujian hipotesis, bahan tambahan tetes tebu berpengaruh terhadap perubahan sifat fisis dan sifat mekanis.
- b. Variasi yang menghasilkan nilai maksimum / tertinggi berdasarkan semua pengujian terjadi pada variasi 1,4 %.
- c. Nilai optimum diambil berdasarkan dari nilai optimum dari sifat beton yang paling dominan yaitu sifat mekanis beton (kuat tekan) untuk mewakili nilai optimum lainnya. Untuk variasi tetes tebu 0 – 2,8 %, dimana data-data yang lain ditambah dari data milik Yulian Yusuf M, dan Dedy Kurniawan W., maka didapat variasi optimum 1,291% dengan nilai kuat tekan 28,977 Mpa.

6.2. Saran

Saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut :

- a. Penggunaan bahan tambahan tetes tebu sebaiknya memperhatikan jumlah kadar alkohol dengan baik. Kadar alkohol dalam tetes tebu berbeda-beda dalam setiap output pabrikan. Kadar alkohol yang semakin banyak akan mengurangi kekuatan beton.
- b. Dari sifat tetes tebu yang memperlambat pengikatan (retarding), maka penggunaan bahan tambahan tetes tebu ini bisa direkomendasikan untuk

campuran beton atau mortar yang memang diharapkan untuk lama dalam pengeringan seperti beton/mortar relief.

- c. Dicoba untuk mencari tetes tebu yang diambil dari berbagai pabrik gula yang berbeda-beda pada waktu yang berbeda-beda, dengan maksud untuk mencari nilai optimum rata-rata dari jenis tetes tebu dengan kualitas yang digeneralisir (dianggap jamak).
- d. Harus diteliti di laboratorium kimia mengenai kandungan tetes tebu seperti halnya kandungan PH dan ion-ion bebas
- e. Berharapnya ada pembaharuan dari penelitian ini baik dari penelitian lanjutan ataupun pengaplikasiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. *Petunjuk Praktikum Beton*. Laboratorium Teknik Sipil
Institut Teknologi Nasional Malang, Malang
- Anonim. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*,
SNI 03-2847-2002. Bandung
- Djoko Sri M, Tri. 2006. *Perbandingan Pengaruh Tetes Tebu Dan Super
Plasticizer Terhadap Daya Kerja Dan Kuat Tekan Beton Rencana K-225*.
Universitas Gunadarma, Jakarta. Diakses tanggal 3 Mei 2010
repository.gunadarma.ac.id:8000/Jurnal_Ary_&_Yenny_937.pdf
- Dwi Kurniawan, Andika. 2009. *Penggunaan tetes tebu sebagai bahan tambahan
campuran aspal beton ditinjau dari nilai parameter Marshall*.
Universitas Negeri Malang, Malang. Diakses tanggal 3 Mei 2010
karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TS/article/view/162
- Kurniawan Dedy, W. 2011. *Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Tetes Tebu
(Variasi 1,8 – 2,2 %) Terhadap Sifat Mekanis Dan Sifat Fisis Pada Mutu
Beton 25 MPa*. Institut Teknologi Nasional Malang, Malang
- Kuswurj,Risvan. 2009. *Tetes (Molasses)*. Sugar Technology and Research
Diakses tanggal 5 Mei 2010
<http://www.risvank.com/2009/04/tetes-molasses/comment-page-1/>
- Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Andi Offset, Yogyakarta
- Sudjana.2005.*Metode Statika*. Tarsito, Bandung
- Wikipedia.2011. *Pengertian PH*. Diakses tanggal 18 Februari 2011
<http://id.wikipedia.org/wiki/PH>
- Yusuf Yulian, M. 2011. *Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Tetes Tebu
(Variasi 2,4 – 2,8 %) Terhadap Sifat Mekanis Dan Sifat Fisis Pada Mutu
Beton 25 MPa*. Institut Teknologi Nasional Malang, Malang

Lampiran I



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Nama : I Putu Yudistya Bagus Sayoga
NIM : 0621042
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Judul Skripsi : Studi Penelitian Pengaruh Pemanfaatan
Bahan Tambahan Tetes Tebu (Variasi
Kadar 1,2 – 1,6 %) Terhadap Sifat
Mekanis dan Fisis Beton Pada Mutu
25 MPa
Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Wedyantadji, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	24-1-2014	Metode lagi lengkap - cara pembuatan Benda uji - cara pengujian pengalatan yg di pakai → Kata pengantar Sdsk → Abstract 1 hal. penuh → Rumusan Masalah, Tujuan dan Ruang lingkup, harus sesuai / sinkron → Pengujian Slump (gbr hal 94) yg lengkap dan pengujian yg lain yg → Kesimpulan yg singkat Sayo	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2

Nama : I Putu Yudistya Bagus Sayoga
NIM : 0621042
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Judul Skripsi : Studi Penelitian Pengaruh Pemanfaatan
Bahan Tambahan Tetes Tebu (Variasi
Kadar 1,2 – 1,6 %) Terhadap Sifat
Mekanis dan Fisis Beton Pada Mutu
25 MPa
Dosen Pembimbing : Ir. Ibnu Hidayat Pj,MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
		4 gub dekuper Ket Jangut	
		4 bab IV bab penutup	
		Jangut	
		Pembahasan detail	

ABE



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

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

Nomor : ITN-2309.03/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

23 September 2010

Kepada Yth : Bapak. Ir. H. Ibnu Hidayat P. J., MT.
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

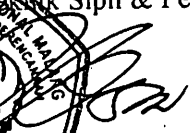
Nama : I Putu Yudistya Bagus Sayoga
Nim : 06. 21. 042
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Studi Penelitian Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Tetes Tebu (Variasi Kadar 1,2% - 1,6%) Terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Pada Mutu Beton 25 MPa".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi.
Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal :23 September 2010 s/d 22 Maret 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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


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

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



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

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

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

Nomor : ITN-2309.03/21/B/TA/I/Gjl 2010
Lampiran : -
Perihal : Bimbingan Skripsi

23 September 2010

Kepada Yth : Bapak. Ir. Bambang Wedyantadji, MT.
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang
Di -

MALANG.

Dengan Hormat,

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

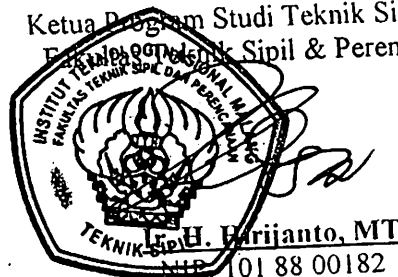
Nama : I Putu Yudistya Bagus Sayoga
Nim : 06. 21. 042
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan Mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :
"Studi Penelitian Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambahan Tetes Tebu (Variasi Kadar 1,2% - 1,6%) Terhadap Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Pada Mutu Beton 25 MPa".

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi. Waktu penyelesaian Skripsi tersebut selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal : 23 September 2010 s.d 22 Maret 2011. Apabila melebihi batas waktu yang telah di tentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

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



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



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG PENELITIAN

Nama : I PUTU YUDISTYA B. S

NIM : 0621092

Hari / tanggal : SEMIN / 9 AGUSTUS 2010

Perbaikan materi Proposal Skripsi meliputi :

- JUDUL + MUTU 25 MPa
- LATAR BELAKANG EULA / TETES
- RUMUSAN MASAKAN
- HIPOTESIS PENELITIAN
- TATA TULIS : DAFTAR PUSTAKA

Perbaikan Proposal Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar Proposal Skripsi dilaksanakan

Proposal telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 2010

Dosen Pembahas

Malang, 2010

Dosen Pembahas



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG _____

Nama : _____

NIM : 06-21-042

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Proposal Skripsi meliputi :

- Judul + mntu as Mpa
- Latar Belakang gula teles
- Rumusan Masalah
- Hipotesis penelitian + teori
- Tata tulis daftar pustaka

[Signature]

Perbaikan Proposal Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar Proposal Skripsi dilaksanakan

Proposal telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010

Dosen Pembahas

[Signature]

Malang, _____ 2010

Dosen Pembahas

[Signature]



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG _____

Nama : _____

NIM : 06.21.042

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Proposal Skripsi meliputi :

- Judul + mutu 25 MPa ✓
- Laban belalang gula tetes ✓
- Rumusan Masalah ✓
- Hipotesis penelitian + teori ✓
- Tata tulis : Daftar Pustaka ✓
- ⊕ validasi data (Interval kepercayaan)

Perbaikan Proposal Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar Proposal Skripsi dilaksanakan

Proposal telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 14-08- 2010
Dosen Pembahas

Malang, 09-08- 2010
Dosen Pembahas



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG _____

Nama : _____

NIM : 06. 21. 042

Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Proposal Skripsi meliputi :

Perbaiki sesuai cara

12/10/10

[Signature]

Perbaikan Proposal Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar Proposal Skripsi dilaksanakan

Proposal telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010
Dosen Pembahas

Malang, _____ 2010
Dosen Pembahas

(_____)

(*[Signature]*)



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : 1 Ratu Y. B. S
NIM : 06.21.042
Hari / tanggal : Rabu , 16/02/2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- Perbaiki abstrak
- Format penulisan
- Daftar pustaka

Belajar !

21/2/11

- Pengujian tatar tulis (TTH) / Hasil sdh diperbaiki
- Daftar pustaka: tambahkan sebelum ujian. Saat ujian sdh hasil benar

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

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 21 - 2 - 2011
Dosen Pembahas

Malang, 16 - 02 - 2011
Dosen Pembahas



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

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : 06 21 042
NIM : 1 PUTU YUDISTYA BA6US SAYOGA
Hari / tanggal : Rabu / 16-02-2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- ~ Abstrak lebih ringkas
- ~ cek tata tulis, tulisan kalimat
- ~ ph gila tetes?
- ~ pembahasan → hubungan sifat fis vs sifat mekanis
- ~ rumus² dipahami

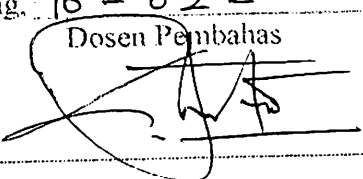
Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

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

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

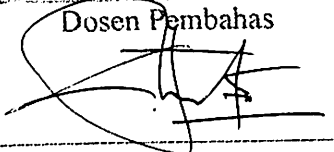
Malang, 16-02-2011

Dosen Pembahas

()

Malang, 16-02-2011

Dosen Pembahas

()



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

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG PENELITIAN

Nama : I PUTU YUDISTYA BAOS SAYOBA
NIM : 06.21.042
Hari / tanggal : Kamis / 24-02-2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

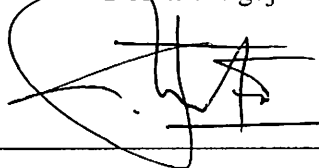
cek & cermati tulisan/kalimat yg. belum benar.

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

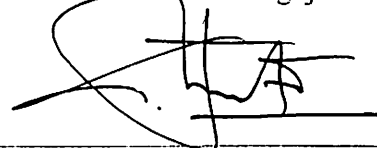
Malang, 28-02- 2010

Dosen Penguji

()

Malang, 24-02 2010

Dosen Penguji

()



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

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG RESEARCH

Nama : Y PURA YBS
NIM : 06.21.042
Hari / tanggal : Kamis / 24-02-2011

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

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

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 03 - 03 - 2011
Dosen Penguji

Malang, 24 - 02 - 2011
Dosen Penguji

Lampiran II

Dokumentasi

Pemeriksaan Material



ANALISA AYAKAN



Uji Saringan Iolos No.200



Pemeriksaan Kadar Air



Pemeriksaan Berat Jenis

Pembuatan Mortar



Pencampuran Mortar



Uji Plastisitas



Uji Plastisitas



Pencetakan Campuran Mortar

Pembuatan Beton



Pencampuran Beton





Pengujian Slump



Pengujian Workabilitas



Pencetakan



Pengeringan

Perawatan Benda Uji



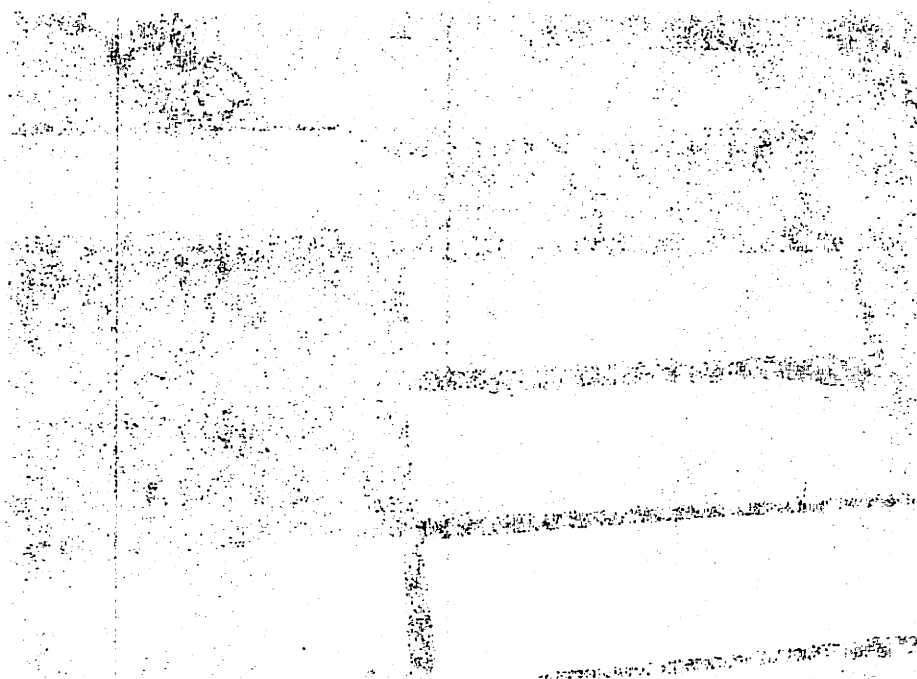
Perawatan Mortar



Perawatan Beton

100-111111-1111

100-111111-1111



100-111111-1111



Perawatan Beton



Perawatan Beton



1950-1951



1950-1951

Pengujian Benda Uji



Pengujian Tarik Aksial dan Tarik Lentur Mortar



Pengujian Kuat Tekan Mortar



Caping Blerang



Pengujian Kuat Tekan Beton



Pengujian Kuat Tarik Belah



Pengujian Kuat Tarik Lentur



Pengujian Modulus Elastisitas



Letak Keruntuhan Pada Balok Beton



1. The first of the two images is a black and white photograph of a person's face, which is heavily distorted and appears to be a negative or a very poor quality scan. The person's features are barely recognizable due to the high contrast and noise.



2. The second of the two images is a black and white photograph of a person's face, which is heavily distorted and appears to be a negative or a very poor quality scan. The person's features are barely recognizable due to the high contrast and noise.



2006 TEAM TETES-GULA

Lampiran III

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	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	2.42	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	2.35	2.32	2.31	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	2.48	2.47	2.46	2.44	2.42	2.41	2.39	2.38	2.36	2.34	2.33	2.31	2.30	2.28	2.27	2.26	2.23	2.22	2.21	2.21	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	2.20	2.19	2.16	2.14	2.14	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	2.38	2.37	2.35	2.34	2.33	2.31	2.29	2.27	2.26	2.25	2.22	2.21	2.19	2.17	2.15	2.14	2.12	2.11	2.09	2.08	2.07	2.07	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	2.23	2.21	2.19	2.17	2.16	2.15	2.12	2.10	2.09	2.08	2.06	2.05	2.03	1.99	1.97	1.96	17	
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27	2.25	2.23	2.22	2.20	2.19	2.17	2.15	2.13	2.12	2.11	2.08	2.06	2.05	2.04	2.02	2.00	1.99	1.98	1.95	1.93	1.92	18	
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	2.28	2.26	2.23	2.21	2.20	2.18	2.17	2.16	2.13	2.11	2.10	2.08	2.07	2.05	2.03	2.01	2.00	1.98	1.97	1.96	1.94	1.91	1.89	1.88	19	
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	2.25	2.23	2.20	2.18	2.17	2.15	2.14	2.12	2.10	2.08	2.07	2.05	2.04	2.01	1.99	1.98	1.97	1.95	1.93	1.92	1.91	1.88	1.86	1.85	20	
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	2.18	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	22	
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	2.10	2.08	2.07	2.05	2.03	2.01	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	1.79	1.78	24
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	2.12	2.10	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	1.75	1.74	1.73	26
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	1.71	1.70	1.69	1.68	28
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	2.01	1.99	1.98	1.96	1.95	1.93	1.91	1.89	1.87	1.85	1.84	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.72	1.71	1.70	1.66	1.64	1.63	30	
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	1.84	1.81	1.79	1.76	1.74	1.72	1.70	1.68	1.66	1.65	1.63	1.60	1.57	1.56	35
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	1.82	1.80	1.79	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	40
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	1.85	1.84	1.81	1.79	1.77	1.76	1.74	1.72	1.69	1.67	1.66	1.64	1.63	1.60	1.59	1.57	1.55	1.51	1.49	1.48	45
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	1.63	1.61	1.60	1.58	1.56	1.54	1.52	1.48	1.46	1.45	1.44	50
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	1.56	1.53	1.52	1.48	1.44	1.41	1.39	60	
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	1.81	1.79	1.77	1.75	1.74	1.72	1.70	1.67	1.65	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	70	
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	80	
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	1.71	1.69	1.68	1.65	1.63	1.61	1.59	1.57	1.54	1.52	1.49	1.48	1.45	1.43	1.41	1.39	1.34	1.31	1.30	100	
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	1.67	1.66	1.64	1.62	1.60	1.57	1.55	1.53	1.52	1.48	1.46	1.43	1.41	1.39	1.36	1.35	1.32	1.28	1.21	200
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	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62	1.61	1.59	1.56	1.54	1.52	1.50	1.48	1.45	1.42	1.40	1.38	1.35	1.32	1.30	1.28	1.21	1.16	1.14	500	
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	1.63	1.61	1.60	1.58	1.55	1.53	1.51	1.49	1.47	1.43	1.41	1.38	1.36	1.33	1.31	1.29	1.26	1.19	1.13	1.11	1.08	1000	
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.89	1.84	1.80	1.76	1.73	1.70	1.68	1.65	1.63	1.61	1.60	1.58	1.55	1.53	1.51	1.49	1.47	1.43	1.41	1.38	1.36	1.33	1.30	1.28	1.25	1.17					



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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

BERAT ISI AGREGAT KASAR BATU PECAH

LEPAS / GEMBUR		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	21780	21620	21270
B.	Berat tempat (gr)	7930	7930	7930
C.	Berat benda uji (gr)	13850	13690	13340
D.	Isi tempat (cm ³)	10000	10000	10000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm ³)	1,39	1,37	1,33
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³)	1,36		

P A D A T		I	II	III
A.	Berat tempat + Benda uji (gr)	22540	22340	22190
B.	Berat tempat (gr)	7930	7930	7930
C.	Berat benda uji (gr)	14610	14410	14260
D.	Isi tempat (cm ³)	10000	10000	10000
E.	Berat isi benda uji (gr/cm ³)	1,46	1,44	1,43
F.	Berat isi benda uji rata-rata (gr/cm ³)	1,44		



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

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

Lamp. Lap. No :
 Pekerjaan :

Dihitung :
 Dikerjakan :

BERAT ISI HALUS (PASIR)

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

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



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

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

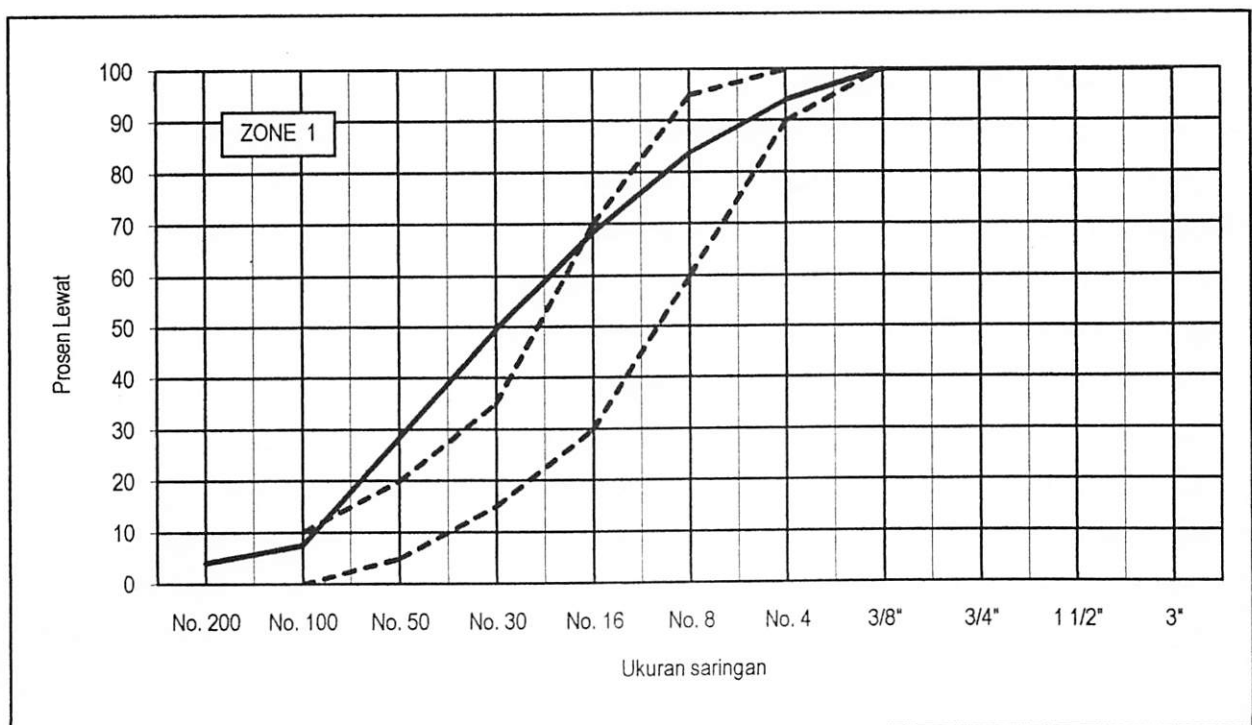
Lmp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Berat contoh kering : 4000 gr

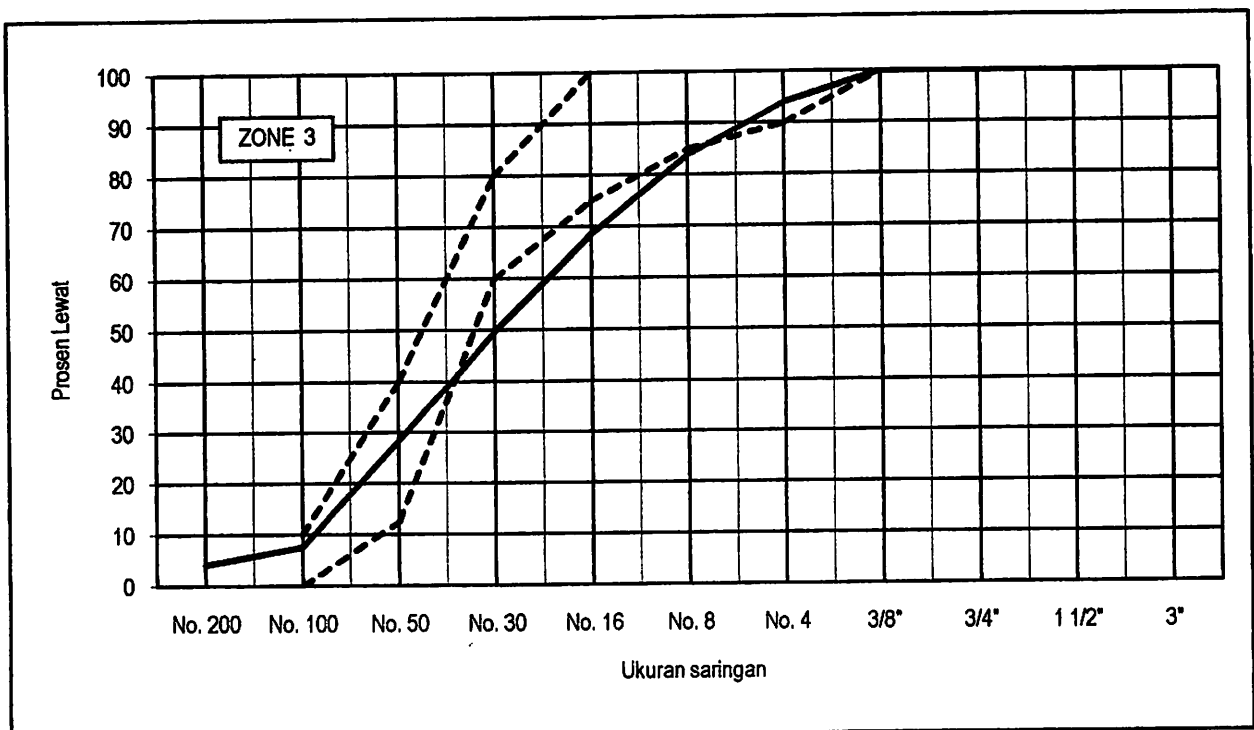
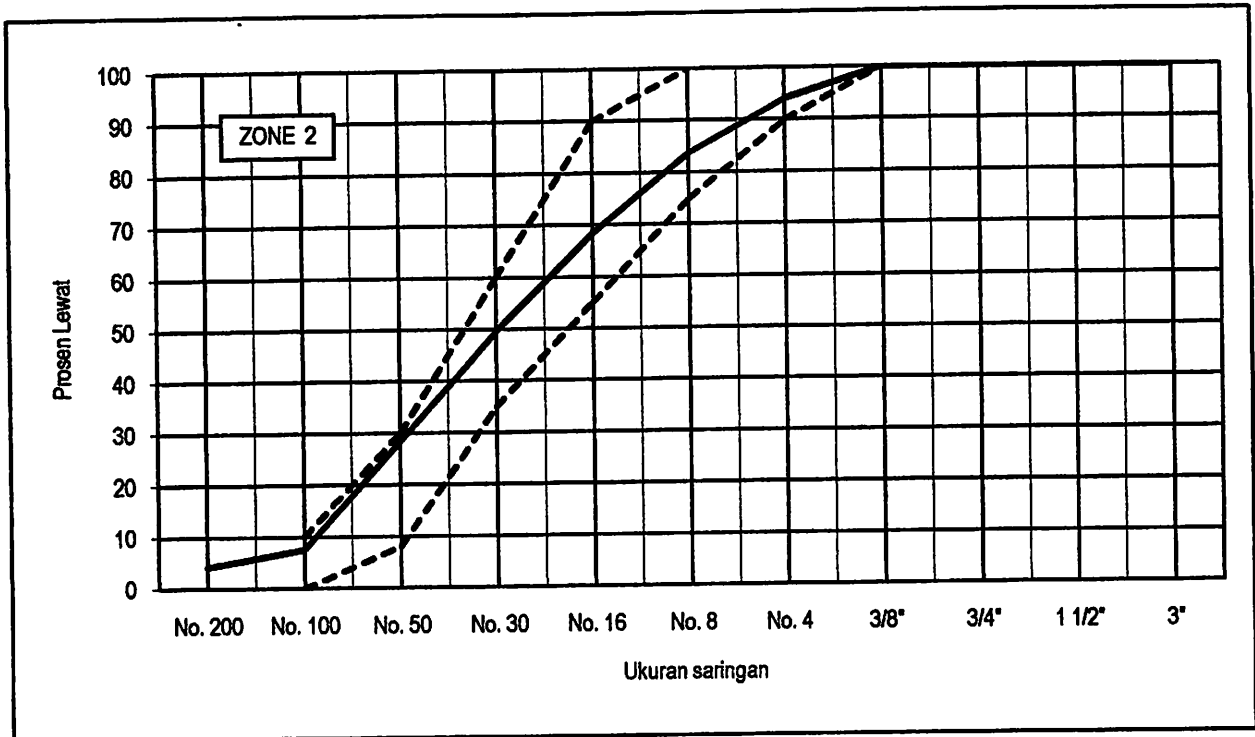
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76,2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38,1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm (3/4")	0,00	0,00	0,00	100,00
9,6 mm (3/8")	0,00	0,00	0,00	100,00
4,75 mm (No. 4)	239,40	5,99	5,99	94,02
2,36 mm (No. 8)	408,50	10,21	16,20	83,80
1,18 mm (No. 16)	613,00	15,33	31,52	68,48
0,6 mm (No. 30)	756,10	18,90	50,43	49,58
0,3 mm (No. 50)	845,00	21,13	71,55	28,45
0,15 mm (No. 100)	835,90	20,90	92,45	7,55
0,075 mm (No. 200)	135,70	3,39	95,84	4,16
pan	59,20	1,48	97,32	2,68





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

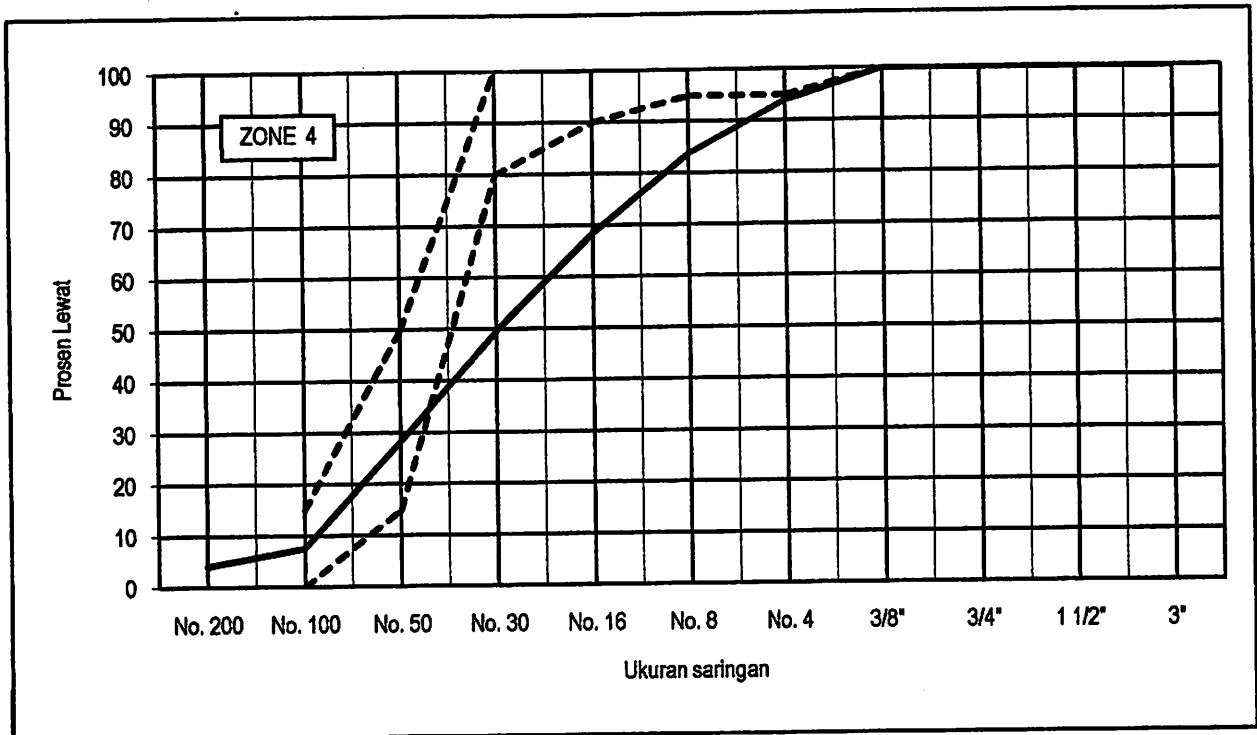
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Psw. 256 Malang 65145





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

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





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

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

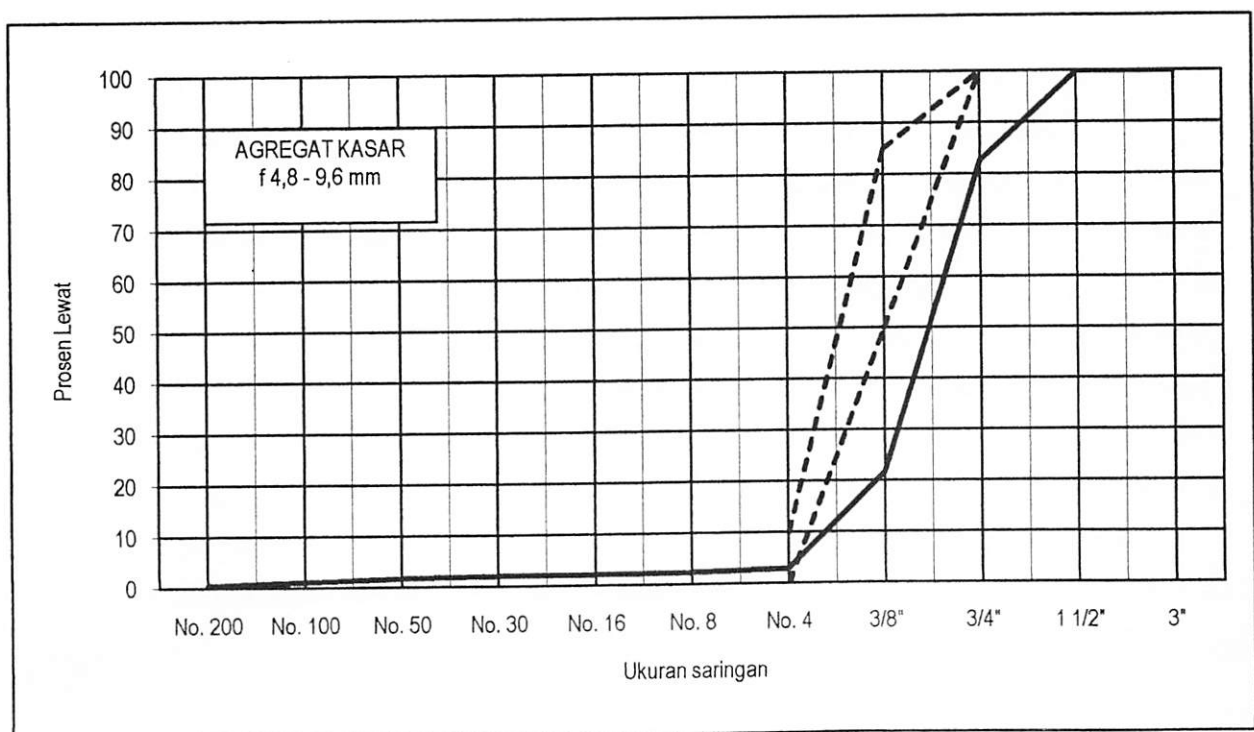
Lmp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Berat contoh kering : 21350 gr

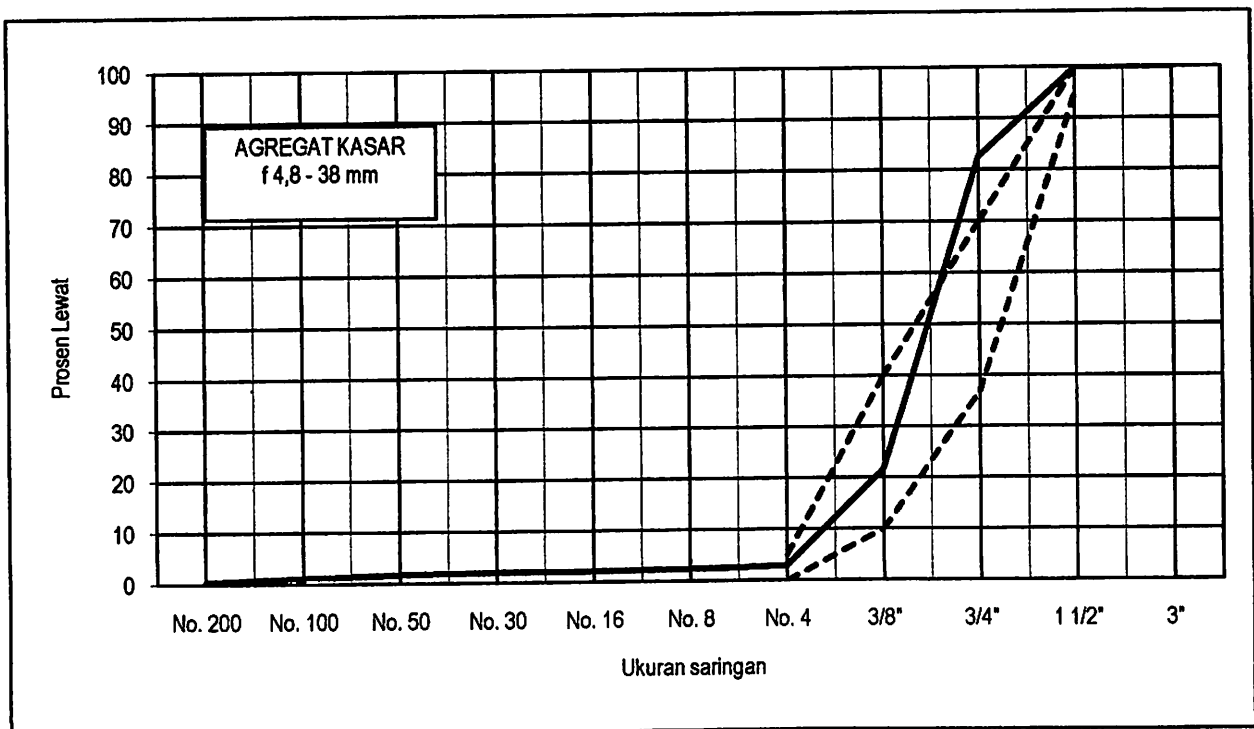
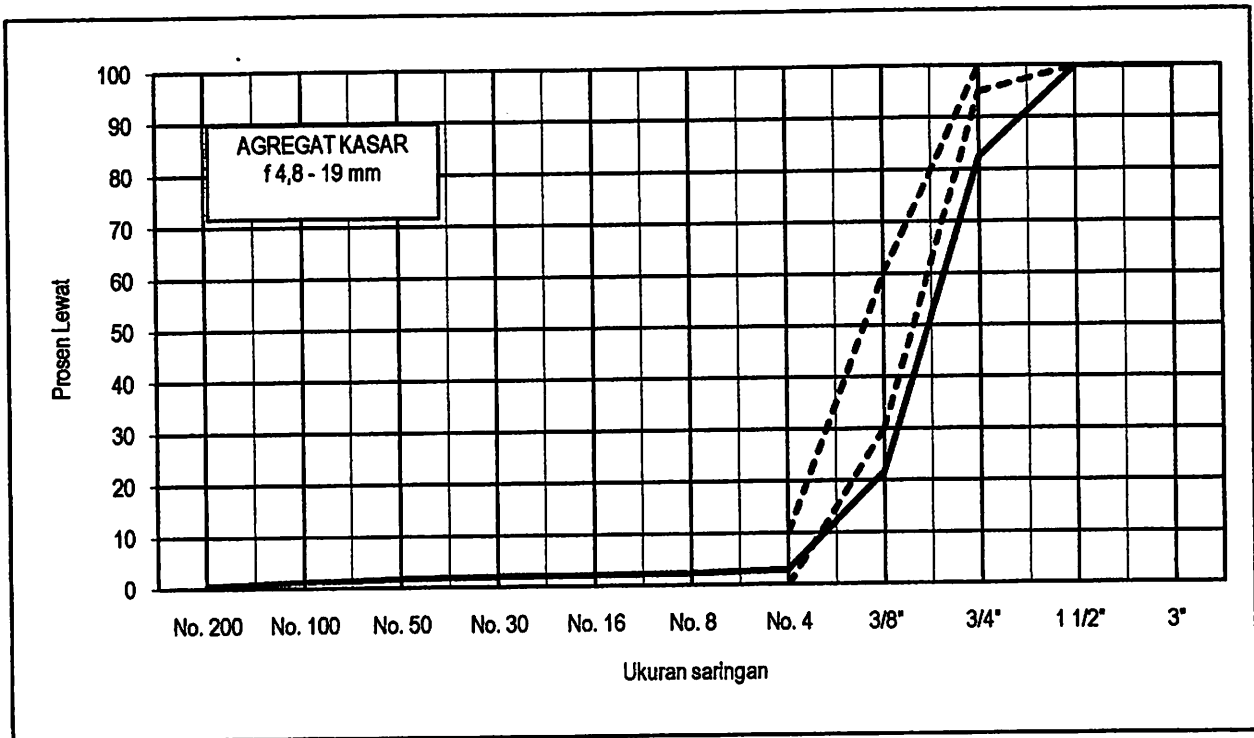
Ukuran saringan	Berat tertahan	Prosen tertahan	Kumulatif	
			tertahan	lewat
76,2 mm (3")	0,00	0,00	0,00	100,00
38,1 mm (1 1/2")	0,00	0,00	0,00	100,00
19,1 mm (3/4")	3,73	17,47	17,47	82,53
9,6 mm (3/8")	12,98	60,80	78,27	21,73
4,75 mm (No. 4)	4,02	18,83	97,10	2,90
2,36 mm (No. 8)	0,12	0,57	97,67	2,33
1,18 mm (No. 16)	0,04	0,17	97,84	2,16
0,6 mm (No. 30)	0,03	0,15	97,99	2,01
0,3 mm (No. 50)	0,06	0,26	98,25	1,75
0,15 mm (No. 100)	0,12	0,58	98,83	1,17
0,075 mm (No. 200)	0,15	0,69	99,52	0,48
pan	0,09	0,44	99,96	0,04





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

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





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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

KADAR LUMPUR dan KADAR ZAT ORGANIK AGREGAT HALUS

Dari hasil pengujian kadar lumpur yang telah kami laksanakan, didapatkan hasil sebagai berikut :

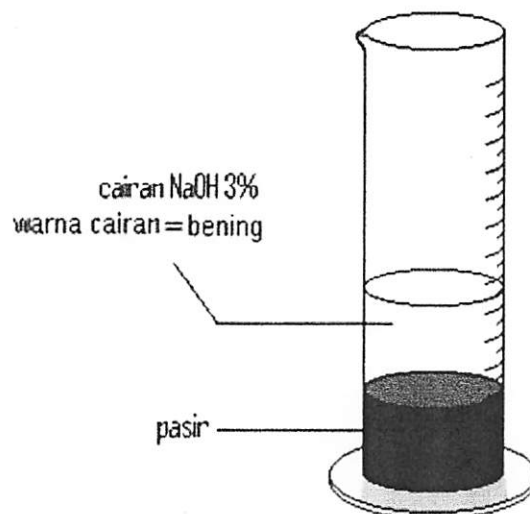
V1 (tinggi pasir) = 470 ml

V2 (tinggi lumpur) = 3 ml

$$\begin{aligned}\text{Kadar lumpur} &= \frac{V_2}{V_1 + V_2} \times 100 \% \\ &= 0,634\%\end{aligned}$$

Dengan hasil tersebut di atas, maka pasir yang diperiksa layak digunakan untuk campuran beton, dikarenakan kadar lumpurnya < 5% (merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton).

Untuk pengujian zat organik agregat halus didapatkan warna **bening**, yang berarti bahwa bahan yang diperiksa mempunyai sedikit kandungan zat organik .



Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pasir yang diperiksa memenuhi syarat untuk dipergunakan sebagai agregat halus untuk campuran beton.



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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

KADAR AIR AGREGAT

AGREGAT KASAR		ASLI		SSD	
	Nomor test	A	B	A	B
A.	Berat tempat (gr)	2390	2390	2390	2390
B.	Berat tempat + contoh (gr)	23980	24600	7390	7390
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	23320	23740	7166	7158
D.	Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%)	3,15	4,03	4,69	4,87
F.	Kadar air rata-rata (%)	3,59		4,78	

AGREGAT HALUS		ASLI		SSD	
	Nomor test	A	B	A	B
A.	Berat tempat (gr)	2530	2520	172,3	166,7
B.	Berat tempat + contoh (gr)	18610	18590	672,3	666,7
C.	Berat tempat + contoh kering oven (gr)	17280	17140	668,70	661,00
D.	Kadar air = $\frac{B - C}{C - A} \times 100\%$ (%)	9,02	9,92	0,73	1,15
F.	Kadar air rata-rata (%)	9,47		0,94	



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

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

Lamp. Surat / Lap. N:

Pekerjaan :

Dihitung :

Dikerjakan :

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	Bk	496,40	494,30	495,35
Berat contoh kering permukaan jenuh	Bj	500,00	500,00	500,00
Berat piknometer diisi air pada 25°C	B	676,60	663,80	670,20
Berat piknometer + contoh + air (25°C)	Bt	989,50	978,50	984,00
Berat Jenis (bulk)	$\frac{Bk}{(B + Bj - Bt)}$	2,65	2,67	2,66
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{Bj}{(B + Bj - Bt)}$	2,67	2,70	2,69
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{Bk}{(B + Bk - Bt)}$	2,71	2,75	2,73
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100 \%$	0,73	1,15	0,94



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

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

Lamp.Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR

		I	II	Rata-rata
Berat contoh kering oven	B _k	4776,3	4768,6	4772,45
Berat contoh kering permukaan jenuh	B _j	5000	5000	5000
Berat contoh di dalam air	B _a	3071,9	3072,7	3072,3
Berat Jenis (bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,48	2,47	2,48
Berat jenis kering permukaan jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,59	2,59	2,59
Berat jenis semu (apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,80	2,81	2,81
Penyerapan (absorpsi)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	4,68	4,85	4,77



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

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

Lamp. Lap. No :
Pekerjaan :

Dihitung :
Dikerjakan :

PENGUJIAN KEAUSAN AGREGAT
dengan Mesin Abrasi Los Angeles (500 Putaran)

AASHTO T 96 - 77

Gradasi pemeriksaan		B (fraksi 10 - 20 mm)			
Saringan		I		II	
Lolos	tertahan	Berat sebelum	Berat sesudah	Berat sebelum	Berat sesudah
76,20 mm (3")	63,50 mm (2,5")				
63,50 mm (2,5")	50,80 mm (2")				
50,80 mm (2")	37,50 mm (1,5")				
37,50 mm (1,5")	25,40 mm (1")				
25,40 mm (1")	19,00 mm (3/4")				
19,00 mm (3/4")	12,50 mm (1/2")	2501,4			
12,50 mm (1/2")	9,50 mm (3/8")	2500,8			
9,50 mm (3/8")	6,30 mm (1/4")				
6,30 mm (1/4")	4,75 mm (No. 4)		2847,3		
4,75 mm (No. 4)	2,38 mm (No. 8)				
Jumlah berat		5002,2	786,6		
Berat tertahan saringan no 12			3633,9		

		I	II	
a	Berat benda uji semula	5002,2		gram
b	Berat benda uji tertahan saringan No.12 (& No.4)	3633,9		gram
	Kausan : $\frac{a-b}{a} \times 100 \%$	27,35		%



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

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

Perancangan campuran beton dengan metode British 1986 untuk mutu $f'c$ 25 MPa

No.	Sebutan	Referensi Perhitungan	Nilai
Penerapan variabel perencanaan			
1.	Kekuatan tekan karakteristik	Disyaratkan (pada 28 hari)	25,00 MPa
2.	Deviasi standar	Tabel 1	6,00 MPa
3.	Margin kekuatan	1,34 [2]	8,04 MPa
		2,33 [2] - 3,5	10,48 MPa
4.	Kekuatan tekan rencana	[1] + [3]	35,48 MPa
5.	Jenis semen yang digunakan	Disyaratkan	Gresik Type I
6.	Jenis agregat kasar	Dipecah / tidak dipecah *)	Dipecah
	Jenis agregat halus	Dipecah / tidak dipecah *)	Tidak dipecah
7.	Faktor air semen (W/C)	Gambar 13 (W/C)	0,620
8.	Faktor air semen maksimum	Tabel 12 (W/C)	0,650
9.	Faktor air semen yang digunakan pada perencanaan	Terkecil antara [7] dan [8] (W/C)	0,620
10.	Slump yang direncanakan	Disyaratkan (tabel 9)	100,00 mm
11.	Ukuran agregat maksimum	Tabel 5	20,00 mm
12.	Kadar air bebas	Tabel 11	215,00 kg/m ³
13.	Jumlah semen	[12] / [9]	346,77 kg/m ³
14.	Jumlah semen minimum	Tabel 12	262,50 kg/m ³
15.	Jumlah semen yang digunakan pada perencanaan	Terbesar antara [13] dan [14]	346,77 kg/m ³
16.	Proporsi agregat halus	Gambar 14	43,95 %
17.	Proporsi agregat kasar	100% - [16]	56,05 %
18.	Berat jenis agregat halus (SSD)	Tabel pemeriksaan	2,69
19.	Berat jenis agregat kasar (SSD)	Tabel pemeriksaan	2,59
20.	Berat jenis agregat gabungan	[(16)[18]+[17][19)]/100	2,63
21.	Berat jenis beton basah	Gambar 15	2360,00 m ³
22.	Total jumlah agregat	[21]-[12]-[15]	1798,23 kg/m ³
23.	Jumlah agregat halus	[16][22]/100	790,32 kg/m ³
24.	Jumlah agregat kasar	[17][22]/100	1007,91 kg/m ³



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

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

Perancangan campuran beton dengan metode British 1986 untuk mutu f'c 25

No.	Sebutan	Referensi Perhitungan	Nilai
Menentukan komposisi campuran beton kondisi lapangan			
25.	Kadar air agregat halus	Tabel pemeriksaan	9,47 %
26.	Kadar air agregat kasar	Tabel pemeriksaan	3,59 %
27.	Absorpsi agregat halus	Tabel pemeriksaan	0,94 %
28.	Absorpsi agregat kasar	Tabel pemeriksaan	4,77 %
29.	Kelebihan air dalam agregat halus	$[27]-[25]$	-8,53 kg/m ³
30.	Kelebihan air dalam agregat kasar	$[28]-[26]$	1,18 kg/m ³
31.	Jumlah agregat halus	$(100+[25])/(100+[27])*[23]$	857,09 kg/m ³
32.	Jumlah agregat kasar	$(100+[26])/(100+[28])*[24]$	996,58 kg/m ³
33.	Jumlah air	$[12]+([27]-[25])+([28]-[26])$	207,65 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	996,58	207,65
	Perbandingan berat	1	2,47	2,87	0,60