

**TUGAS AKHIR**

PERPUSTAKAAN FTSP UIN	
HADIEM/BEELI	
TGL. TERIMA :	16 Jun 2006
NO. JUDEL :	001939
NO. INV. :	51200001939001
NO. INDUK :	

**KOMPARASI KARASTERISTIK BETON BERAGREGAT KASAR  
BATU PUTIH ASAL GUNUNG KIDUL DAN WONOGIRI  
DENGAN SPLIT ASAL KULON PROGO**



*Disusun Oleh :*

**AGUS SALIM SAHPUTRA HARAHAP**

**No. Mhs : 99 511 104**

**ARMANTO SURYO NUGROHO**

**No. Mhs : 99 511 308**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
JOGJAKARTA**

**2006**

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR KOMPARASI KARAKTERISTIK BETON BERAGREGAT KASAR BATU PUTIH ASAL GUNUNG KIDUL DAN WONOGIRI DENGAN SPLIT ASAL KULON PROGO

Disusun Oleh :

**AGUS SALIM SAHPUTRA HARAHAP**

No. Mhs : 99 511 104

**ARMANTO SURYO NUGROHO**

No. Mhs : 99 511 308

Telah diperiksa dan disetujui oleh :


**Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph. D**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Ir. Ade Ilham, MT**

**Dosen Pembimbing II**

  
Tanggal, 11/01/2006

  
Tanggal, 11/01/2006

## LEMBAR MOTTO

وَأَسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ وَإِنَّهَا لَكَبِيرَةٌ إِلَّا عَلَى الْخَاشِعِينَ ﴿٤٥﴾ البقرة

*Mohon lah pertolongan Allah dengan sangat sabar dan shalat. Hal itu sungguh sangat berat kecuali bagi mereka yang khusuk.*

*(Al Baqarah (2) ayat 45)*

أَلَمْ نَعْلَمْ أَنَّ اللَّهَ لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ  
وَمَا لَكُمْ مِنْ دُونِ اللَّهِ مِنْ وَلِيٍّ وَلَا نَصِيرٍ ﴿١٠٧﴾ البقرة

*Tidak kah kamu mengetahui bahwa sesungguhnya kekuasaan baik di langit atau di bumi ada pada Allah ? Selain Allah kamu sekalian tidak akan mendapatkan pelindung dan penolong.*

*(Al Baqarah (2) ayat 107)*

وَمَنْ جَاهِدْ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ إِنَّ اللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ الْعَالَمِينَ ﴿٦﴾ الأنكبوت

*Siapapun yang berusaha bersungguh-sungguh, usahanya itu hakikatnya untuk dirinya sendiri. Allah Maha Kaya tidak tergantung kepada seluruh alam.*

*(Al 'Ankabut (29) ayat 6)*

*“ ... Sesungguhnya ... Sesudah Kesulitan itu ada Kemudahan ... ”*

*(Qs. ALam Nasrah : 6)*

## LEMBAR PERSEMBAHAN



- **Ayahanda dan Ibunda tercinta**  
*Terima kasih atas kasih sayang dan pengorbanannya hingga saat ini yang terus mendukung langkah ananda sampai sekarang. Didikkan Ayahanda dan Ibunda akan selalu Ananda ingat hingga Akhir hayat Ananda.*
- **Adik-adikku Ephie dan Lia**  
*Terima kasih Adik-adikku yang mendukung dan membantu Abangmu ini hingga sekarang. Jangan contoh Abangmu yang selalu menyusahkan Ayahanda dan Ibunda Kita. Berjuanglah...*
- **Diana Suharwaty**  
*Thank's Din sudah nemenin abang 2 tahun lebih serta memberi abang arti hidup yang sesungguhnya walaupun Din juga memberi abang cobaan terberat dalam hidup ini.  
I am Sorry and Miss You Forever...*
- **Partner TA-Ku**  
*Man... Teruslah semangat dalam menjalani hidup yang pendek ini. Satu lg...  
Gunakan waktu sebaik-baiknya Friend.. Selamat Berjuang*
- **Temenku Ghalib, Yuztie dan Nina**  
*Thank's buat kalian bertiga... Seandainya yang diatas tak mempertemukan kita aku tidak akan dapat seperti yang sekarang. Nasehat-nasehat kalian kepadaku tidak akan terlupakan.*
- **Temen-temen Sipil '99**  
*Ghalib, Arief, Doni, AB, Yusti, Windy, dan semua temenku yang ga bisa disebutin semua  
Thanks bantuan kalian selama kuliah..*
- **Temen Kost**  
*Mas Mun, Mas Sapto, Lucky Luck, Nara, Torus ⇨ Thanks bantuan kalian diawal-awal Kuliahku. Penghuni Kost Sereem Ring Road ⇨ Pengalaman menakjubkan bersama kalian. Big Family kost Gorengan Ghalih ⇨ Diwaktu mendatang Yang Sabar Man's jangan emosian seperti saat kita pindah bersama dari sana. Kost MEWAH Gank (Arief, Iponk Sariponk, Dimas Mutsu, Amien, Adji Wae, Rocky Valen, Andri, Moekti, Billy Janger, Yoga Ick, Re-Q Y, Pam, Uki Mbah, Bok Tutupoli, and Mbah Sam ⇨ Cepet selesai-in kuliah.. Jangan Ngegame terus..*

## LEMBAR PERSEMBAHAN

### **Papa & Mama,**

Papa, terima kasih karena telah memberikan yang terbaik bagi keluarga, baik materiil maupun spiritual.

Mama, terima kasih karena telah mencurahkan kasih sayang dan perhatian yang tulus selama ini.

### **Mbak2ku,**

Mbak Dewi, Mbak Wulan, beserta keluarga, terima kasih untuk perhatian dan semangatnya sehingga aku dapat menyelesaikan studiku.

### **Teman TA-Ku,**

Gus, thanks ya sudah mau menjalani dan bersusah payah bersamaku untuk mendapat gelar ST. Sayangin jantungnya,,khan mau hidup seribu tahun lagi..Perjuangan belum berakhir lho!!!!!!!

### **Nuning Berty Rukmini,**

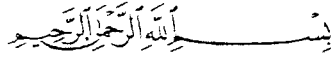
Terima kasih karena sudah menemaniku dan menjadi bagian yang terindah dalam hubungan ini.

### **Teman-temanku,**

Almameter of Civil Dept. ( Ardi, Danang, Windo, Trie, Sigit, Ferdi, Kesit, dll )  
thanks ya buat semua masukan dan koreksinya.

Teman Jauhku, keep in touch!!!!!

## KATA PENGANTAR



**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu. Tugas Akhir ini berjudul **Komparasi Karakteristik Beton Beragregat Kasar Batu Putih Asal Gunung Kidul dan Wonogiri Dengan Split Asal Kulon Progo.**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi jenjang program strata satu (S1) di Jurusan Teknik Sipil, fakultas teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan kelemahan mengingat selama penyusunan ditemui banyak persoalan dan hambatan. Oleh karena itu saran, kritik, dan masukan sangat kami harapkan dari semua pembaca Tugas Akhir ini guna penyempurnaan bagi kami dan bagi siapapun yang nantinya memerlukan laporan Tugas Akhir ini sebagai referensi.

Pada kesempatan ini kami tidak lupa menyampaikan rasa terima kasih kami yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Sarwidi, MSCE, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Dr. Ir. Ade Ilham, MT selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT selaku Dosen Penguji.
6. Bapak, ibu beserta segenap keluarga yang telah memberikan dorongan dan doa sehingga kami mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Semua rekan-rekan yang telah memberikan bantuan baik berupa saran, kritik, maupun masukan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dan tidak dapat kami sebut satu persatu.

Besar harapan kami semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membutuhkan sebuah referensi mengenai pemanfaatan batu putih sebagai agregat kasar.

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Yogyakarta, Januari 2006

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	.....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	.....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b>	.....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	.....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b>	.....	v
<b>DAFTAR ISI</b>	.....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b>	.....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	.....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	.....	xiii
<b>ABSTRAK</b>	.....	xvii
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Rumusan Masalah	2
	1.3 Tujuan Penelitian	3
	1.4 Manfaat Penelitian	3
	1.5 Batasan Masalah	3
	1.6 Lokasi Penelitian	5
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	6
	2.1 Penelitian Ghalib dan Berty (2004)	6
	2.2 Penelitian Sugiyo dan Hurriyanto (2003)	7



	2.3 Penelitian Aji dan Rohman (2002)	8
<b>BAB III</b>	<b>LANDASAN TEORI</b>	11
	3.1 Beton	11
	3.2 Penyusun Beton	12
	3.2.1 Semen	12
	3.2.2 Air	12
	3.2.3 Agregat	13
	3.3 Batu Putih	14
	3.4 Campuran Metode ACI	15
	3.5 Faktor Air Semen (fas)	19
	3.6 <i>Slump</i>	19
	3.7 Workabilitas	20
	3.8 Berat Volume Beton	21
	3.9 Kuat Desak Beton	21
	3.10 Kuat Tarik Beton	23
	3.11 Kuat Geser dan Lentur Balok Persegi	24
	3.12 Modulus Elastis	25
	3.13 Regresi Linier dan Korelasi	26
<b>BAB IV</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	29
	4.1 Metode Penelitian	29
	4.2 Persiapan Bahan	31
	4.3 Penelitian Agregat Kasar	31

4.3.1	Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir	31
4.3.2	Pemeriksaan Modulus Halus Butir	32
4.3.3	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat	34
4.3.4	Pemeriksaan Berat Volume Agregat	38
4.3.5	Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar	39
4.4	Perhitungan Komposisi Campuran	40
4.5	Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji	40
4.6	Uji <i>Slump</i>	42
4.7	Pengujian	43
<b>BAB V</b>	<b>HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	<b>44</b>
5.1	Hasil Uji Material	44
5.1.1	Uji Kandungan Lumpur	45
5.1.2	Uji Modulus Halus Butir	45
5.1.3	Penyerapan Air	45
5.1.4	Keausan Agregat	46
5.1.5	Berat Volume dan Berat Jenis Agregat	46
5.2	Kelecakan / Workabilitas	48
5.3	Hasil Uji Sampel	49
5.3.1	Kuat Desak	50
5.3.2	Pengaruh Kekuatan Agregat Terhadap Kuat Desak	
	Beton	53

5.3.3	Pengaruh Serapan Air Dalam Agregat Terhadap Kuat Desak Beton .....	55
5.3.4	Pengaruh Bentuk Agregat Terhadap Kuat Desak Beton .....	57
5.3.5	Kuat Tarik .....	58
5.3.6	Kuat Lentur .....	61
5.3.7	Kuat Geser .....	62
5.4	Tegangan-Regangan .....	64
5.5	Modulus Elastis .....	70
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	72
6.1	Kesimpulan .....	72
6.2	Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b>	Rencana Benda Uji .....	5
<b>Tabel 3.1</b>	Nilai Deviasi Standar .....	16
<b>Tabel 3.2</b>	Hubungan FAS dengan Kuat Tekan Rata-rata .....	16
<b>Tabel 3.3</b>	Faktor Air Semen Maksimum .....	16
<b>Tabel 3.4</b>	Nilai <i>Slump</i> .....	17
<b>Tabel 3.5</b>	Ukuran Maksimum Agregat .....	17
<b>Tabel 3.6</b>	Perkiraan Kebutuhan Air Berdasarkan Nilai <i>Slump</i> dan Ukuran Maksimum Agregat .....	17
<b>Tabel 3.7</b>	Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar Per m <sup>3</sup> Beton, Berdasarkan Ukuran Maksimum Agregat dan Modulus Halus Butir Pasir .....	18
<b>Tabel 3.8</b>	Hubungan Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) dan Korelasi .....	28
<b>Tabel 4.1</b>	Perbandingan Komposisi Campuran Per 1 m <sup>3</sup> .....	40
<b>Tabel 5.1</b>	Hasil Pengujian Material .....	44
<b>Tabel 5.2</b>	Besar Nilai <i>Slump</i> .....	48
<b>Tabel 5.3</b>	Hasil Pengujian Sampel .....	50
<b>Tabel 5.4</b>	Kuat Desak Beton Rata-rata .....	50
<b>Tabel 5.5</b>	Kuat Tarik Beton Rata-rata .....	59

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b>	Pengukuran <i>Slump</i> .....	20
<b>Gambar 3.2</b>	Diagram Tegangan Regangan Lentur Pada Balok .....	24
<b>Gambar 4.1</b>	Sistematika Penelitian .....	30
<b>Gambar 5.1</b>	Grafik Kuat Desak Beton Terhadap Umur Beton .....	51
<b>Gambar 5.2</b>	Nilai Abrasi Dan Kuat Desak Beton .....	53
<b>Gambar 5.3</b>	Hubungan Nilai Abrasi Dengan Kuat Desak Beton .....	55
<b>Gambar 5.4</b>	Nilai Penyerapan Air Dan Kuat Desak Beton .....	56
<b>Gambar 5.5</b>	Hubungan Nilai Penyerapan Air Dengan Kuat Desak Beton .....	55
<b>Gambar 5.6</b>	Prosentase Kuat Tarik Dan Kuat Desak Beton .....	59
<b>Gambar 5.7</b>	Prosentase Kuat Lentur Dan Kuat Desak Beton .....	62
<b>Gambar 5.8</b>	Prosentase Kuat Geser Dan Kuat Desak Beton .....	63
<b>Gambar 5.9</b>	Grafik Regresi Tegangan Regangan Beton Batu Kencleng dan Batu Manyaran Umur 3 Hari .....	65
<b>Gambar 5.10</b>	Grafik Regresi Tegangan Regangan Beton Batu Kencleng dan Batu Manyaran Umur 7 Hari .....	66
<b>Gambar 5.11</b>	Grafik Regresi Tegangan Regangan Beton Batu Clereng , Batu Kencleng, dan Batu Manyaran Umur 28 Hari .....	67
<b>Gambar 5.12</b>	Grafik Regresi Tegangan Regangan Masing-masing Umur Tiap Batu .....	68

## DAFTAR LAMPIRAN

### I. Surat-Surat Bukti Tugas Akhir

- Lampiran A.1** Surat Peserta Tugas Akhir
- Lampiran A.2** Surat Bimbingan Tugas Akhir
- Lampiran A.3** Perpanjangan Surat Peserta Tugas Akhir
- Lampiran A.4** Perpanjangan Surat Bimbingan Tugas Akhir

### II. Hasil-Hasil Pengujian

- Lampiran B.1** Data pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir
- Lampiran B.2** Data pemeriksaan modulus halus butir/analisa saringan agregat halus kali Krasak
- Lampiran B.3** Data pemeriksaan modulus halus butir/analisa saringan agregat kasar batu Clereng
- Lampiran B.4** Data pemeriksaan modulus halus butir/analisa saringan agregat kasar batu Kencleng
- Lampiran B.5** Data pemeriksaan modulus halus butir/analisa saringan agregat kasar batu Manyaran
- Lampiran B.6** Data pemeriksaan berat volume agregat halus kali Krasak
- Lampiran B.7** Data pemeriksaan berat volume agregat kasar batu Clereng
- Lampiran B.8** Data pemeriksaan berat volume agregat kasar batu Kencleng
- Lampiran B.9** Data pemeriksaan berat volume agregat kasar batu Manyaran

<b>Lampiran B.10</b>	Data pemeriksaan berat jenis agregat halus kali krasak
<b>Lampiran B.11</b>	Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar batu Clereng
<b>Lampiran B.12</b>	Data pemeriksaan berat jenis agregat kasar batu Kencleng
<b>Lampiran B.13</b>	Data pemeriksaan berat jenis agregat halus kali Manyaran
<b>Lampiran B.14</b>	Data pemeriksaan keausan agregat / abrasi test AASHTO T 96 – 77 agregat kasar batu Clereng
<b>Lampiran B.15</b>	Data pemeriksaan keausan agregat / abrasi test AASHTO T 96 – 77 agregat kasar batu Kencleng
<b>Lampiran B.16</b>	Data pemeriksaan keausan agregat / abrasi test AASHTO T 96 – 77 agregat kasar batu Manyaran
<b>Lampiran B.17</b>	Data pemeriksaan desak silinder beton umur 28 hari beragregat kasar batu Clereng
<b>Lampiran B.18</b>	Data pemeriksaan desak silinder beton umur 3 hari beragregat kasar batu Kencleng
<b>Lampiran B.19</b>	Data pemeriksaan desak silinder beton umur 7 hari beragregat kasar batu Kencleng
<b>Lampiran B.20</b>	Data pemeriksaan desak silinder beton umur 28 hari beragregat kasar batu Kencleng
<b>Lampiran B.21</b>	Data pemeriksaan desak silinder beton umur 3 hari beragregat kasar batu Manyaran
<b>Lampiran B.22</b>	Data pemeriksaan desak silinder beton umur 7 hari beragregat kasar batu Manyaran

- Lampiran B.23** Data pemeriksaan desak silinder beton umur 28 hari beragregat kasar batu Manyaran
- Lampiran B.24** Data pemeriksaan tarik silinder beton umur 28 hari beragregat kasar batu Clereng
- Lampiran B.25** Data pemeriksaan tarik silinder beton umur 28 hari beragregat kasar batu Kencleng
- Lampiran B.26** Data pemeriksaan tarik silinder beton umur 28 hari beragregat kasar batu Manyaran
- Lampiran B.27** Data pemeriksaan lentur balok beton umur 28 hari beragregat kasar batu Clereng
- Lampiran B.28** Data pemeriksaan lentur balok beton umur 28 hari beragregat kasar batu Kencleng
- Lampiran B.29** Data pemeriksaan lentur balok beton umur 28 hari beragregat kasar batu Manyaran
- Lampiran B.30** Data pemeriksaan geser balok beton umur 28 hari beragregat kasar batu Clereng
- Lampiran B.31** Data pemeriksaan geser balok beton umur 28 hari beragregat kasar batu Kencleng
- Lampiran B.32** Data pemeriksaan geser balok beton umur 28 hari beragregat kasar batu Manyaran



### **III. Hasil-Hasil Perhitungan**

<b>Lampiran C.1</b>	Perhitungan material pakai dengan metode ACI
<b>Lampiran C.2</b>	Perhitungan Berat Volume
<b>Lampiran C.3</b>	Perhitungan kuat desak
<b>Lampiran C.4</b>	Perhitungan kuat tarik
<b>Lampiran C.5</b>	Perhitungan kuat lentur
<b>Lampiran C.6</b>	Perhitungan kuat geser
<b>Lampiran C.7</b>	Perhitungan tegangan-regangan
<b>Lampiran C.8</b>	Perhitungan modulus elastis

### **IV. Foto-Foto**

<b>Lampiran D.1</b>	Persiapan pembuatan benda uji
<b>Lampiran D.2</b>	Pengadukan dan perendaman beton
<b>Lampiran D.3</b>	Alat uji, pelaksanaan pengujian kuat lentur dan kuat geser
<b>Lampiran D.4</b>	Sampel hasil pengujian desak 1
<b>Lampiran D.5</b>	Sampel hasil pengujian desak 2
<b>Lampiran D.6</b>	Sampel hasil pengujian tarik
<b>Lampiran D.7</b>	Sampel hasil pengujian tarik dan lentur 1
<b>Lampiran D.8</b>	Sampel hasil pengujian lentur 2 dan geser

## ABSTRAK

*Dalam perkembangan pembangunan, struktur beton mendominasi dalam bentuk bangunan terutama tempat tinggal. Standar material bangunan yang sering dipakai dalam struktur yaitu beton, baja, dan kayu. Dari ketiga material itu yang paling dominan digunakan adalah beton. Kerikil sebagai standar agregat kasar dalam pembuatan beton masih dominan digunakan. Namun mengingat di alam banyak terdapat jenis dan macam material, maka solusi untuk menggantikan standar agregat kasar adalah dengan memanfaatkan sumber daya alam dan limbah kerajinan, salah satunya pemakaian batu putih sebagai agregat kasar.*

*Pada penelitian ini diambil dua macam batu putih, yaitu batu Kencleng asal Budegan, Gunung Kidul, dan batu Manyaran asal Manyaran, Wonogiri dan sebagai agregat kontrol diambil batu Clereng asal Kulon Progo. Pengambilan batu Kencleng dan Manyaran ini bertujuan membandingkan dua macam batu putih tersebut dengan batu Clereng asal Kulon Progo untuk kuat desak, kuat tarik, kuat lentur, kuat geser, dan modulus elastis. Metode penelitian laboratorium digunakan sebagai cara pengumpulan data.*

*Dari hasil penelitian didapatkan bahwa beton beragregat batu Manyaran memiliki kuat desak terkecil (27,649 MPa) dibandingkan beton beragregat batu Kencleng (38,814 MPa) dan batu Clereng (40,703 MPa). Untuk kuat tarik beton beragregat batu Clereng lebih besar (3,301 MPa) dibandingkan beton beragregat batu Manyaran (3,132 MPa) dan batu Kencleng (2,752 MPa). Pada kuat lentur beton beragregat batu Clereng lebih besar (6,065 MPa) dibandingkan beton beragregat batu Manyaran (4,917 MPa) dan batu Kencleng (3,603 MPa). Sedangkan untuk kuat geser sama seperti kuat tarik dan kuat lentur beton beragregat batu Clereng lebih besar (4,316 MPa) dibandingkan beton beragregat batu Manyaran (3,632 MPa) dan batu Kencleng (3,540 MPa). Untuk nilai modulus elastis beton beragregat batu Clereng memiliki nilai modulus elastis terbesar (16,242 GPa) dibandingkan beton beragregat batu Manyaran (10,052 GPa) dan batu Kencleng (13,458 GPa).*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan lokasi penelitian.

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan bangunan pada masa sekarang ini meningkat pesat, itu dapat dilihat dari banyaknya berdiri perumahan, perkantoran, pabrik-pabrik, rumah sakit dan lain sebagainya. Standar material bangunan yang sering dipakai dalam struktur yaitu beton, baja, dan kayu. Dari ketiga material itu yang paling dominan digunakan adalah beton. Hal ini dikarenakan beton mempunyai banyak kelebihan antara lain memiliki kuat desak yang cukup tinggi, perawatan yang lebih mudah, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, serta kemudahan dalam pelaksanaan baik pengangkutan dan pengerjaannya. Meskipun demikian beton mempunyai kelemahan yaitu bersifat getas karena regangan tarik/desak yang terjadi rendah.

Beton merupakan hasil pencampuran dari air, semen, dan agregat. Jenis dan komposisi campuran tersebut dapat menentukan karakteristik kekuatan beton. Agregat sebagai salah satu elemen beton dapat mempengaruhi kekuatan beton karena akan menempati hampir 70% volume beton. Agregat di dalam campuran

beton terdapat dua macam yaitu agregat kasar dan agregat halus. Secara umum agregat kasar disebut kerikil atau batu pecah dan agregat halus disebut pasir, baik berupa pasir alami yang diambil dari sungai ataupun dari hasil pemecahan batu. Kerikil sebagai agregat kasar standar dalam pembuatan beton masih dominan digunakan. Akan tetapi dapat digantikan dengan agregat jenis lain seperti tanah liat bakar yang berbentuk bulat, lempung bekah dan pecahan batu putih.

Sumber daya alam yang melimpah dan limbah kerajinan yang dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar masih banyak yang belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan memanfaatkan sumber daya alam yang melimpah dan limbah kerajinan menjadi salah satu solusi untuk menggantikan agregat kasar standar. Salah satu diantaranya yaitu batu Kencleng asal Gunung Kidul yang sebagian besar hanya digunakan sebagai batu pondasi dan limbah kerajinan patung batu Manyaran asal Wonogiri. Dengan adanya penelitian ini diharapkan nantinya batu Kencleng dan batu Manyaran dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar dalam penyusunan beton.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang dapat dirumuskan adalah bagaimana mengetahui karakteristik fisik dan mekanik beton dengan menggunakan batu Kencleng dan batu Manyaran sebagai agregat kasar dalam beton.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan karakteristik beton segar dan keras dengan beton yang menggunakan agregat kasar batu Kencleng dengan batu Manyaran. Adapun karakteristik beton yang akan dibandingkan meliputi *slump*, berat volume beton, kuat desak, kuat tarik, kuat lentur, kuat geser, modulus elastis dan tegangan–regangan.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini dapat memberikan gambaran tentang kekuatan beton dengan menggunakan batu Kencleng dan batu Manyaran, khususnya sebagai agregat kasar. Apabila beton ini layak digunakan sebagai elemen struktur diharapkan masyarakat sekitar dapat memanfaatkan agregat kasar tersebut dalam pembuatan beton.

### **1.5 Batasan Masalah**

Untuk pengujian yang lebih terarah maka dalam penelitian ini diperlukan batasan masalah berikut ini.

- 1) Batu putih sebagai agregat kasar diambil dari dua lokasi yaitu :
  - a. Batu Kencleng dari Budegan, Gunung Kidul, dan
  - b. Batu Manyaran dari Manyaran, Wonogiri.
- 2) Ukuran diameter maksimum agregat kasar masing-masing jenis dipakai 20 mm.

- 3) Untuk kontrol, agregat kasar yang digunakan batu Clereng dengan diameter 20 mm.
- 4) Pasir yang digunakan berasal dari kali Krasak.
- 5) Semen yang digunakan adalah semen Nusantara.
- 6) Air yang digunakan berasal dari Laboratorium BKT Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- 7) Rencana campuran beton menggunakan mutu beton  $f'_c = 25$  MPa.
- 8) Bentuk benda uji desak, tarik, modulus elastis dan tegangan-regangan menggunakan bentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Untuk uji lentur menggunakan bentuk prisma dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 50 cm. Sedangkan untuk uji geser benda uji menggunakan patahan dari hasil uji lentur.
- 9) Umur beton tiap pengujian berbeda dengan rincian :
  - a. kuat desak untuk batu Kencleng dan batu Manyaran diuji pada umur 3, 7, dan 28 hari, sedangkan untuk beton kontrol di uji pada umur 28 hari,
  - b. kuat tarik untuk batu Kencleng, batu Manyaran dan beton kontrol di uji pada umur 28 hari,
  - c. kuat lentur untuk batu Kencleng, batu Manyaran dan beton kontrol diuji pada umur 28 hari,
  - d. kuat geser untuk batu Kencleng, batu Manyaran dan beton kontrol diuji pada umur 28 hari, dan

- e. modulus elastis dan tegangan–regangan untuk batu Kencleng, batu Manyaran dan beton kontrol diuji pada umur 3,7, dan 28 hari.

Jumlah total benda uji sebanyak 55 buah dan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Rencana Benda Uji

No	Uji	Umur Beton (Hari)	Jumlah Benda Uji		
			Beton Kontrol	Beton Batu Kencleng	Beton Batu Manyaran
1	Desak	3	-	5	5
		7	-	5	5
		28	3	5	5
2	Tarik	28	3	5	5
3	Lentur	28	3	3	3
4	Geser	28	3	3	3
5	Modulus Elastis dan Tegangan Regangan	3	-	3	3
		7	-	3	3
		28	3	3	3
Total Benda Uji			55		

Ket : untuk uji geser dan modulus elastis / tegangan-regangan akan menggunakan sampel hasil dari uji sebelumnya.

- 10) Perhitungan komposisi pencampuran beton menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*).

## 1.6 Lokasi Penelitian

Pengujian Benda uji dilakukan di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia jalan Kaliurang Km 14,5 Jogjakarta

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini berisi penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebelumnya dan dapat dijadikan acuan untuk penelitian ini antara lain penelitian Ghalib dan Berty, Sugiyo dan Hurriyanto, serta Aji dan Rohman.

#### **2.1 Penelitian Ghalib dan Berty (2004)**

Ghalib dan Berty ( 2004 ) melakukan uji perbandingan berat volume, kuat desak, kuat tarik dan modulus elastis pada beton dengan menggunakan agregat kasar batu putih yang bernama Paras Putih asal Nggari, Gunung Kidul dan batu Serut asal Klaten. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Pada uji agregat didapatkan berat volume agregat batu Paras Putih sebesar  $2,172 \text{ t/m}^3$  dan agregat batu Serut sebesar  $2,137 \text{ t/m}^3$ . Untuk berat jenis batu Paras Putih sebesar 1,863 dan 1,913 untuk batu Serut sedangkan pada berat volume batu Paras Putih sebesar  $0,905 \text{ t/m}^3$  dan  $0,867 \text{ t/m}^3$  untuk batu Serut.
- b. Berat jenis dan berat volume agregat tidak dapat dijadikan acuan penentuan berat jenis / berat volume beton yang dihasilkan. Karena berat jenis beton juga tergantung dari jenis agregat kasar yang digunakan.



- c. Pada penelitian ini terdapat penyimpangan data dimana berat volume agregat yang seharusnya sebanding dengan berat jenis agregat pada penelitian ini dihasilkan data yang berbanding terbalik. Munculnya data tersebut dimungkinkan karena faktor agregat.
- d. Nilai kuat desak beton dengan agregat batu Paras Putih (19,695 MPa) lebih besar daripada beton dengan agregat batu Serut (18,899 MPa). Tapi nilai kuat tarik beton dengan agregat batu Paras Putih (1,279 MPa) lebih kecil daripada beton dengan agregat batu Serut (1,911 MPa). Ini dimungkinkan karena pada beton yang menggunakan batu Paras Putih material agregat kasarnya lebih rata daripada yang menggunakan material batu Serut.

## **2.2 Penelitian Sugiyo dan Hurriyanto (2003)**

Sugiyo dan Hurriyanto (2003) melakukan uji perbandingan berat volume, kuat desak, kuat tarik dan modulus elastis pada beton dengan menggunakan agregat kasar batu Kuning asal Kabupaten Sragen dan Split yang berasal dari sungai Progo. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Untuk perbandingan campuran beton yang menggunakan batu Kuning sebagai agregat kasarnya dalam perbandingan berat harus menggunakan faktor air semen lebih besar dari 0,4 , karena adanya penyerapan batu Kuning terhadap air.
- b. Beton yang menggunakan batu Kuning sebagai agregat kasarnya memiliki volume yang rendah dibandingkan beton yang menggunakan

split sebagai agregat kasarnya. Selisih berat volume antara kedua jenis beton diatas sangat kecil yaitu sebesar 5%.

- c. Kuat desak pada beton yang menggunakan batu Kuning sebagai agregat kasarnya lebih kecil dibandingkan beton yang menggunakan split sebagai agregat kasarnya, terutama untuk beton yang menggunakan diameter agregat kasar sebesar 10 mm. Namun untuk beton yang mempunyai perbandingan campuran yang tinggi selisih kuat desak beton yang terjadi sangat kecil yaitu sebesar 9%.
- d. Prosentase kuat tarik belah yang terjadi dibandingkan kuat desaknya, yaitu sekitar sebesar 10%.
- e. Nilai modulus elastis pada beton yang menggunakan agregat kasarnya batu Kuning lebih rendah dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya split.
- f. Beton yang menggunakan agregat kasarnya batu Kuning lebih mudah mengalami regangan dibandingkan beton yang menggunakan agregat kasarnya split.

### **2.3 Penelitian Aji dan Rohman (2002)**

Aji dan Rohman (2002) melakukan uji perbandingan berat volume, kuat desak, kuat tarik dan modulus elastis pada beton dengan menggunakan agregat kasar batu putih yang bernama Watu lintang asal Panggang, Gunung Kidul dan Watu Putih asal Parang Ndog, Gunung Kidul dengan batuan Kali Krasak. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut.

- a. Berat jenis beton yang dihasilkan tidak terlalu jauh berbeda sehingga dapat dikatakan bahwa beton yang dihasilkan dari semua variasi dilihat dari berat jenisnya adalah beton normal.
- b. Berat jenis batuan tidak menjamin kekuatan batuan tersebut demikian juga beton yang dihasilkan. Ini terbukti dari variasi C yang memiliki berat jenis besar tetapi kuat desaknya rendah.
- c. Walau kuat desak beton yang menggunakan agregat Batu Putih sedikit lebih rendah dari beton dengan agregat Kali Krasak tetapi kuat tarik beton yang dihasilkan dari batuan Batu Putih sedikit lebih tinggi dibandingkan beton yang menggunakan batuan Kali Krasak.
- d. Nilai konstanta modulus elastis menunjukkan bahwa beton yang memiliki nilai konstanta lebih kecil cenderung lebih elastis. Ada faktor yang dimasukkan kedalam rumus empiris, termasuk bentuk permukaan (kekasaran dan banyak pori).
- e. Batu Batu Putih layak digunakan sebagai agregat kasar untuk beton.

Dari penelitian – penelitian diatas dapat diambil beberapa kesimpulan yang dapat dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini antara lain :

- 1) batu putih dapat dipergunakan sebagai bahan penyusun beton untuk agregat kasar,
- 2) batuan yang berasal dari tempat yang berbeda akan menghasilkan karakteristik fisik dan mekanik yang berbeda,
- 3) untuk penggunaan agregat kasar lebih kecil dari 40 mm akan menghasilkan campuran yang merata, dan

- 4) untuk agregat halus yang mengalami pencucian terlebih dahulu dapat memungkinkan pasir terhindar dari kandungan lumpur, atau dapat dikatakan bahwa yang terpakai adalah pasir murni tidak ada kandungan lumpurnya.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

Pada bab ini berisi tentang penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai acuan atau pedoman dalam menyelesaikan masalah sekaligus digunakan sebagai metode untuk pelaksanaan penelitian ini.

#### **3.1 Beton**

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun campuran, merupakan komponen utama beton (Dipohusodo, 1999).

Kekuatan beton dipengaruhi oleh kualitas agregat, proporsi campuran, serta kebersihan air dan agregatnya. Oleh karena itu, selain harus memiliki kekuatan dan daya tahan baik, butir agregat disyaratkan harus bersih dari lumpur atau material organis lainnya yang dapat mengurangi kekuatan beton (Wahyudi & Rahim, 1999).

## **3.2 Penyusun Beton**

Bahan yang dipakai dalam pembuatan beton terdiri dari semen, air, agregat halus, dan agregat kasar

### **3.2.1 Semen**

Pada umumnya, semen untuk bahan bangunan adalah tipe semen Portland. Jenis semen lainnya adalah semen portland pozzolan yang sering dipakai untuk konstruksi beton masif seperti bendungan karena menghasilkan panas hidrasi yang rendah. Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, disebut hidrasi (Wahyudi & Rahim, 1999). Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk massa padat.

### **3.2.2 Air**

Air yang digunakan untuk bahan beton harus bersih dan sebaiknya dipakai air tawar bersih yang dapat diminum. Air tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, zat organik atau bahan-bahan lain yang bersifat merusak beton. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dapat dipadatkan.

Beberapa persyaratan air yang harus dipenuhi, antara lain (PBI NI-2 1977) :

- 1) air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan-bahan lain yang merusak beton dan/atau baja tulangan. Dalam hal ini sebaiknya dipakai air bersih yang dapat diminum,

- 2) apabila terdapat keragu-raguan mengenai air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air itu ke lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui untuk diselidiki sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton dan/atau tulangan,
- 3) apabila pemeriksaan contoh air seperti disebut dalam ayat 2 itu tidak dapat dilakukan, maka dalam hal ini adanya keragu-raguan air harus diadakan perbandingan antara kekuatan tekan mortar semen + pasir dengan memakai air itu dan dengan memakai air suling. Air tersebut dianggap dapat dipakai, apabila kekuatan tekan mortar dengan memakai air itu pada umur 7 dan 28 hari paling sedikit adalah 90% dari kekuatan tekan mortar dengan memakai air suling pada umur yang sama, dan
- 4) jumlah air yang dipakai untuk membuat adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran isi atau ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

### **3.2.3 Agregat**

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonna, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus (Tjokrodinuljo, 1996).

Berdasarkan ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi agregat kasar dan agregat halus :

1. Agregat Halus

Agregat halus berdiameter 0 – 5 mm yang disebut pasir, yang dapat dibedakan lagi menjadi :

a ) pasir halus :  $\varnothing$  0 – 1 mm, dan

b ) pasir kasar :  $\varnothing$  1 – 5 mm.

2. Agregat Kasar

Agregat kasar berdiameter  $\geq$  5 mm, biasanya berukuran antara 5 hingga 40 mm, disebut kerikil.

Material ini merupakan hasil disintegrasi “alami” batuan atau hasil dari industri pemecah batu (Wahyudi & Rahim, 1999).

### 3.3 Batu Putih

Batu putih adalah batuan padat dengan komposisi utama kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan warna yang bervariasi dari putih, abu-abu muda/tua, coklat, kuning tua bahkan ada yang berwarna hitam. Batu putih bisa merupakan batu pecah yang diproses pemecahannya terlebih dahulu. Batu putih yang berbentuk angular atau mempunyai banyak sudut, susunan gradasinya tidak mudah terlepas



dan mempunyai permukaan yang lebih luas daripada batu alam yang rata-rata berbentuk bulat (Firmando & Firmansyah, 2003)

### 3.4 Campuran Metode ACI

*American Concrete Institute* menyarankan suatu cara perencanaan campuran yang memperhatikan nilai ekonomis, bahan yang tersedia, kemudahan pengerjaan, keawetan, serta kekuatan yang diinginkan. Cara ACI ini melihat kenyataan bahwa pada ukuran maksimum agregat tertentu, jumlah air tiap meter kubik adukan menentukan tingkat konsistensi atau kekentalan (*Slump*) adukan itu.

Secara garis besar urutan langkah perancangan dengan cara ACI ialah sebagai berikut ini (Tjokrodimuljo, 1996).

- 1) Hitung kuat desak rata-rata beton, berdasarkan kuat desak yang diisyaratkan dan nilai margin yang tergantung tingkat pengawasan mutunya. Nilai margin adalah :

$$m = 1,64 \times S_d \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :  $m$  = nilai margin

$S_d$  = nilai standar deviasi (Lihat Tabel 3.1).

Kuat desak rata-rata dihitung dari kuat desak yang disyaratkan ditambah margin :

$$f'_{cr} = f'_c + m \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana :  $f'_{cr}$  = kuat desak rata-rata (MPa)

$f'_c$  = kuat desak yang disyaratkan (MPa)

**Tabel 3.1** Nilai Standar Deviasi ( $\text{kg/cm}^2$ )

Volume Pekerjaan		Mutu Pekerjaan		
	$\text{m}^3$	Baik sekali	Baik	Cukup
Kecil	< 1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	$65 < s \leq 85$
Sedang	1000 – 3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	> 3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

- 2) Tetapkan faktor air-semen berdasarkan kuat rata-rata pada umur yang dikehendaki (Lihat Tabel 3.2) dan keawetan (berdasarkan jenis struktur dan kondisi lingkungan, Lihat Tabel 3.3). dari dua hasil yang dipilih yang paling rendah.

**Tabel 3.2** Hubungan Faktor Air Semen dan Kuat Desak Rata-rata Silinder Beton Pada Umur 28 Hari

Faktor Air Semen	Perkiraan kuat desak rata-rata ( MPa )
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

**Tabel 3.3** Faktor Air Semen Maksimum

Kondisi	Fas
Beton di luar ruang bangunan :	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,60
Beton didalam ruang bangunan :	
b. Keadaan keliling non-korosif	0,60
c. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
Beton yang kontinu berhubungan dengan air :	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,52
Beton yang masuk ke dalam tanah :	
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0,52

- 3) Berdasarkan jenis strukturnya, tetapkan nilai *slump* dan ukuran maksimum agregat (Lihat Tabel 3.4 dan 3.5).

**Tabel 3.4** Nilai *Slump* (cm)

Pemakaian beton	Maks	Min
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

**Tabel 3.5** Ukuran Maksimum Agregat (mm)

Dimensi minimum, mm	Balok/kolom	Plat
62,5	12,5	20
150	40	40
300	40	80
750	80	80

- 4) Tetapkan jumlah air yang diperlukan, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai *slump* yang diinginkan (Lihat Tabel 3.6).

**Tabel 3.6** Perkiraan Kebutuhan Air Berdasarkan Nilai *Slump* dan Ukuran Maksimum Agregat (liter).

<i>Slump</i> , mm	Ukuran maksimum agregat, mm		
	10	20	30
25 – 50	206	182	162
75 – 100	226	203	177
150 - 175	240	212	188
Udara terperangkap	3%	2%	1%

- 5) Hitung semen yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (2) dan (4) diatas.
- 6) Tetapkan volume agregat kasar yang diperlukan per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halusnya (Lihat Tabel 3.7).

**Tabel 3.7** Perkiraan Kebutuhan Agregat Kasar Per Meter Kubik Beton, Berdasarkan Ukuran Maksimum Agregat dan Modulus Halus Pasir (m<sup>3</sup>).

Ukuran maksimum agregat, mm	Modulus halus butir pasir			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

- 7) Hitung volume agregat halus yang diperlukan, berdasarkan jumlah air, semen, dan agregat kasar yang diperlukan, serta udara yang terperangkap dalam adukan (dari Tabel 3.6), dengan cara perhitungan volume absolute sebagai berikut ini.

$$\text{Volume Agregat Halus} = 1 - (V_a + V_k + V_s + V_u) \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :  $V_a$  = volume air

$V_k$  = volume kerikil

$V_s$  = volume semen

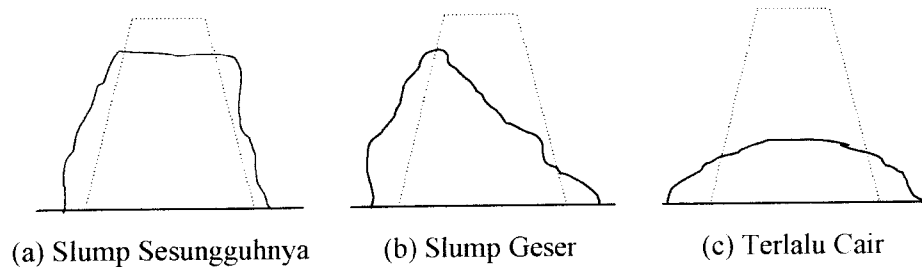
$V_u$  = volume udara

### 3.5 Faktor Air Semen (fas)

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan antara berat air terhadap berat semen yang digunakan dalam campuran adukan beton. Semen dan air apabila akan dicampurkan akan terjadi reaksi kimia, untuk satu berat semen membutuhkan sekitar 0,25 bagian berat air untuk hidrasi. Untuk beton yang mengandung proporsi air yang sangat kecil, beton akan menjadi sangat kering dan sukar dipadatkan. Beton yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat kemudahan pengerjaan untuk memberikan kepadatan maksimal. Faktor air semen yang minimal dan cukup memberikan kemudahan dalam pengerjaan tanpa pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik (Murdock, 1991)

### 3.6 Slump

Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan campuran adukan beton setelah campuran beton itu diaduk dalam molen. Faktor air di dalam campuran beton sangat mempengaruhi nilai *slump* tersebut. Semakin banyak jumlah air yang digunakan dalam campuran beton maka nilai *slump* semakin besar atau campuran adukan terlalu encer. Untuk suatu campuran adukan yang terlalu sedikit air maka nilai *slump* yang dihasilkan akan kecil (Lihat Gambar 3.1). Nilai *slump* yang rendah akan mengakibatkan kuat desak yang tinggi karena lekatan antar butir agregat sangat kuat.



**Gambar 3.1** Pengukuran *Slump* (Tjokrodimulyo, 1996)

### 3.7 Workabilitas

Kemudahan pengerjaan (*workabilitas*) merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan maupun sifat bahan-bahan itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan beton segar.

Pendefinisian yang tepat untuk istilah workabilitas ini diistilahkan pada tiga buah sifat yang terpisah, sebagai berikut.

- 1) Kompaktibilitas, atau kemudahan dimana beton dapat dipadatkan dan rongga-rongga udara diambil
- 2) Mobilitas, atau kemudahan di mana beton dapat mengalir ke dalam cetakan disekitar baja dan dituang kembali.
- 3) Stabilitas, atau kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan digetarkan tanpa terjadi agregasi/pemisahan butiran dari bahan-bahan utamanya (Murdock, 1991).

### 3.8 Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat silinder beton dengan volumenya. Rumus yang digunakan untuk menghitung berat volume beton, yaitu :

$$BV = \frac{B_s}{v_s} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :  $BV$  = berat volume silinder beton ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ )

$B_s$  = berat silinder beton (kg)

$v_s$  = volume silinder beton ( $\text{cm}^3$ )

### 3.9 Kuat Desak Beton

Nilai kuat desak beton didapatkan melalui tata-cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji. Nilai kuat desak beton menyatakan kekuatan atau batas maksimum yang dimiliki oleh beton dalam menerima gaya desak. Kekuatan maksimum dapat terlihat dimana saat beton menerima beban tertentu dan menimbulkan kerusakan yang menyebabkan kekuatan dari beton tersebut menurun. Kuat desak beton ini dirumuskan :

$$f'_c = \frac{P_{mak}}{A_s} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :  $f'_c$  = kuat desak silinder beton (MPa)

$P_{mak}$  = beban maksimum silinder beton (N)

$A_s$  = luas tampang silinder beton ( $\text{mm}^2$ )

Pada penelitian yang memakai sampel kurang dari 20 buah, kuat desak beton diambil nilai rerata seluruh sampel yang dirumuskan sebagai :

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'_c}{n} \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :  $f'_{cr}$  = kuat desak rerata silinder beton (MPa)

$f'_c$  = kuat desak silinder beton (MPa)

$n$  = jumlah sampel/benda uji beton

Untuk penelitian yang memakai sampel lebih dari 20 buah dianggap nilai-nilai dari hasil uji desaknya terdistribusi normal, perhitungan secara statistik dapat dilakukan, sehingga ukuran dari mutu pelaksanaan adalah standar deviasi. Harga standar deviasi ini tergantung pada kekuatan desak beton yang secara tidak langsung dipengaruhi oleh metode pelaksanaan atau pengecoran. Menurut rumus ( PBI NI-2 1971 pasal 4.5 ayat 1 ) :

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (f'_b - f'_{cr})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.7)$$

Diamana :  $S_d$  = standar deviasi (kg/cm<sup>2</sup>)

$f'_b$  = kekuatan desak beton yang didapat dari masing-masing benda uji (kg/cm<sup>2</sup>)

$f'_{cr}$  = kekuatan desak beton rata-rata (kg/cm<sup>2</sup>)

Sehingga kekuatan beton karakteristik dapat dihitung sesuai dengan PBI NI-2 1971 pasal 4.5 ayat 2 :

Dengan menganggap nilai-nilai dari hasil pemeriksaan benda uji menyebar normal (mengikuti lengkung dari Gauss), maka kekuatan desak beton karakteristik



$f'_c$ , dengan 5% kemungkinan adanya kekuatan yang tidak memenuhi syarat seperti ditentukan dalam pasal 4.1. ayat 1, ditentukan oleh rumus :

$$f'_c = f'_{cr} - (1,64 \times S_d) \dots\dots\dots (3.8)$$

dimana  $S_d$  adalah standar deviasi yang ditetapkan dalam ayat 1.

Apabila sampel kurang dari 20 buah maka hasil-hasil pemeriksaan benda uji harus dievaluasi menurut dalil-dalil matematika statistik sehingga peramalan dari kekuatan beton dan/atau standar deviasi dapat dilakukan dengan derajat kepastian yang cukup.

### 3.10 Kuat Tarik Beton

Kuat tarik beton merupakan besarnya kekuatan beton dalam menahan kuat tarik per satuan luas. Nilai kuat desak dan kuat tarik beton tidak berbanding lurus, nilai kuat tarik bahan beton normal berkisar 9-15% dari kuat desaknya (Dipohusodo, 1999). Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tarik belah beton adalah :

$$f_t = \frac{2P}{\pi \times L \times D} \dots\dots\dots (3.9)$$

dimana,  $f_t$  = kuat tarik belah ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$P$  = beban belah (N)

$L$  = panjang benda uji silinder (mm)

$D$  = diameter benda uji silinder (mm)

### 3.11 Kuat Geser dan Lentur Balok Persegi

Balok beton tanpa tulangan sangat kecil ketahanannya terhadap gaya geser dan lentur dibandingkan kekuatan tekannya. Sebagai akibatnya, balok tersebut mengalami kegagalan pada sisi tariknya pada beban yang rendah jauh sebelum kekuatan beton pada sisi tekan dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

Kuat geser di dapat dengan cara membagi beban dengan luasan yang terkena geser akibat pembebanan yang terjadi. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

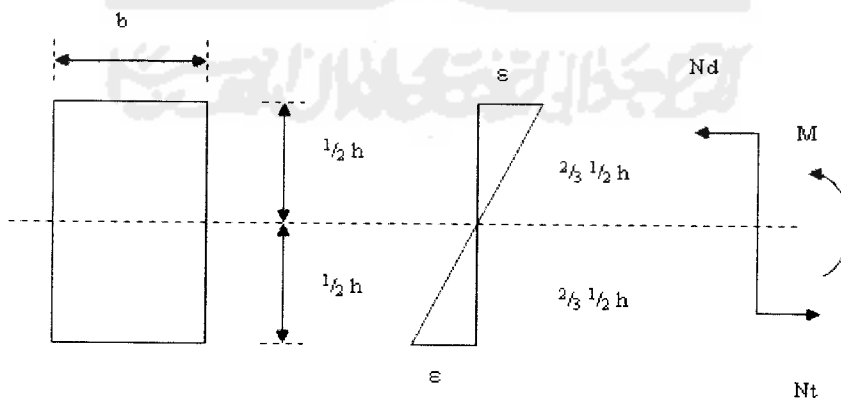
$$\tau = \frac{P}{2 \times A} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dimana,  $\tau$  = kuat geser (N/mm<sup>2</sup>)

$P$  = beban (N)

$A$  = luas bidang geser (mm<sup>2</sup>)

Kuat lentur suatu balok beton tersedia karena berlangsungnya mekanisme tegangan-tegangan dalam yang timbul didalam balok yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Seperti terlihat dalam Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Diagram Tegangan Regangan Lentur Pada Balok

$Nd$  adalah resultante gaya desak dalam yang merupakan resultante seluruh gaya desak pada daerah diatas garis netral. Sedangkan  $Nt$  adalah resultante gaya tarik dalam yang merupakan jumlah seluruh gaya tarik yang diperhitungkan untuk daerah dibawah garis netral. Kedua gaya ini, arah garis kerjanya sejajar, sama besar, tetapi berlawanan arah dan dipisahkan dengan jarak  $z$  sehingga membentuk kopel momen tahan dalam dengan nilai maksimumnya disebut kuat lentur atau momen tahan penampang komponen struktur terlentur.

Untuk memeriksa hasil kuat lentur yang didapat dari cara kopel momen dalam menggunakan rumus lenturan :

$$f = \frac{M \times c}{I} \dots\dots\dots (3.11)$$

Dimana :

- $f$  = kuat lentur ( $N/mm^2$ )
- $M$  = momen yang bekerja pada balok (Nmm)
- $c$  = jarak serat terluar terhadap garis netral, baik didaerah tarik maupun tekan (mm)
- $I$  = momen inersia penampang balok terhadap garis netral ( $mm^4$ )

### 3.12 Modulus Elastis

Tolok ukur yang umum dari sifat elastisitas suatu bahan adalah modulus elastis, yaitu perbandingan dari tegangan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari tegangan yang diberikan.

$$\text{Modulus Elastisitas } (E) = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (3.12)$$

Dimana :  $\sigma = \frac{P}{A}$  adalah tegangan yang diberikan,  $P$  adalah beban dan  $A$  adalah luas tampang melintang.

$\varepsilon = \frac{x}{L}$  adalah perubahan bentuk per satuan panjang atau regangan,  $x$  adalah perubahan bentuk akibat beban  $P$ , dan  $L$  adalah panjang dari batang.

$A$ ,  $x$ ,  $L$  menggunakan satuan yang sama.

### 3.13 Regresi Linier dan Korelasi

Menurut Supramono (1993), perbedaan antara regresi dan korelasi adalah regresi menunjukkan bentuk hubungan antara variabel yang mempengaruhi variabel yang lain (variabel bebas) dengan variabel yang dipengaruhi (variabel terikat). Sedangkan korelasi menjelaskan besarnya derajat atau tingkat keeratan hubungan antara variabel yang satu dengan variabel yang lain.

Analisis regresi sederhana merupakan suatu alat analisis yang digunakan untuk mengestimasi atau memprediksi nilai suatu variabel berdasarkan nilai variabel lain yang diketahui supramono (1993).

Hubungan linier antara dua variabel  $X$  dan  $Y$  dikatakan linier jika perubahan nilai  $Y$  yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai  $X$  konstan pada jangkauan nilai  $X$  yang diperhitungkan. Jika hubungan tersebut digambarkan dalam bentuk grafis maka hubungan linier antara  $X$  dan  $Y$  akan nampak sebagai garis lurus. Formula hubungan antara variabel  $X$  dan  $Y$  linier seperti pada persamaan 3.13

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (3.13)$$

$a$  menunjukkan intersep garis (merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu  $Y$ ) dan  $b$  menunjukkan slope dari garis (perubahan dalam  $Y$  bila  $X$  berubah satu-satuan).

Menurut supramono (1993), analisis korelasi digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara dua variabel bebas dan terikat. Ada dua pengukuran yang biasa digunakan dalam pengukuran keeratan hubungan yaitu koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan koefisien korelasi ( $r$ ).

Koefisien determinasi merupakan analisis regresi untuk mengetahui seberapa jauh kecocokan garis regresi yang terbentuk dalam mewakili kelompok data hasil observasi dimana model yang terbentuk dapat mewakili model yang sebenarnya. Nilai koefisien determinasi merupakan suatu ukuran yang menunjukkan besar sumbangan dari variabel bebas terhadap variabel terikat, atau dengan kata lain koefisien determinasi menunjukkan variasi naik turunya  $Y$  yang diterangkan oleh pengaruh linier  $X$  Supramono (1993).

Menurut Supramono (1993), kegunaan koefisien determinasi adalah:

1. sebagai ukuran ketepatan/kecocokan garis regresi yang dibuat dari hasil estimasi terhadap sekelompok data hasil observasi. Semakin besar nilai  $R^2$ , semakin bagus garis regresi yang terbentuk, sebaliknya semakin kecil nilai  $R^2$ , semakin tidak tepat garis regresi tersebut mewakili data hasil observasi, dan
2. untuk mengukur proporsi (presentase) dari jumlah variasi  $Y$  yang diterangkan oleh model regresi atau untuk mengukur besar sumbangan dari variabel  $X$  terhadap variasi variabel  $Y$ .

Ada dua kondisi yang ekstrim dari nilai  $R^2$  ini yaitu bila  $R^2 = 1$  berarti variabel  $X$  dan  $Y$  mempunyai hubungan yang sempurna dan jika  $R^2 = 0$  maka tidak ada hubungan sama sekali antara kedua variabel tersebut. Dengan demikian nilai  $R^2$  akan berkisar antara 0 sampai dengan 1.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keeratan hubungan linier antara dua variabel. Selain itu nilai koefisien korelasi merupakan akar dari nilai koefisien determinasi. Koefisien korelasi mempunyai sifat sebagai berikut ini.

1. Merupakan besaran yang tidak mempunyai satuan.
2. Nilai  $r$  akan terletak antara -1 dan 1 ( $-1 \leq r \leq 1$ ).
3. Tanda positif dan negatif koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan.
4. Hanya mencerminkan keeratan hubungan linier dari dua variabel yang terlibat.
5. Bersifat simetris  $r_{XY} = r_{YX} = r$ .
6. Variabel yang terlibat tidak harus variabel terikat dan variabel bebas.

Tingkat keeratan korelasi dapat ditentukan berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) seperti dijelaskan dalam Tabel 3.8.

**Tabel 3.8** Hubungan Nilai Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) dan Korelasi

Nilai Koefisien Determinasi( $R^2$ )	Korelasi
$R^2 = 1$	Sempurna
$0,80 < R^2 < 0,99$	Sangat Kuat
$0,50 < R^2 < 0,79$	Kuat
$0,30 < R^2 < 0,49$	Kurang Kuat
$R^2 < 0,30$	Lemah
$R^2 = 0$	Tidak Ada

## **BAB IV**

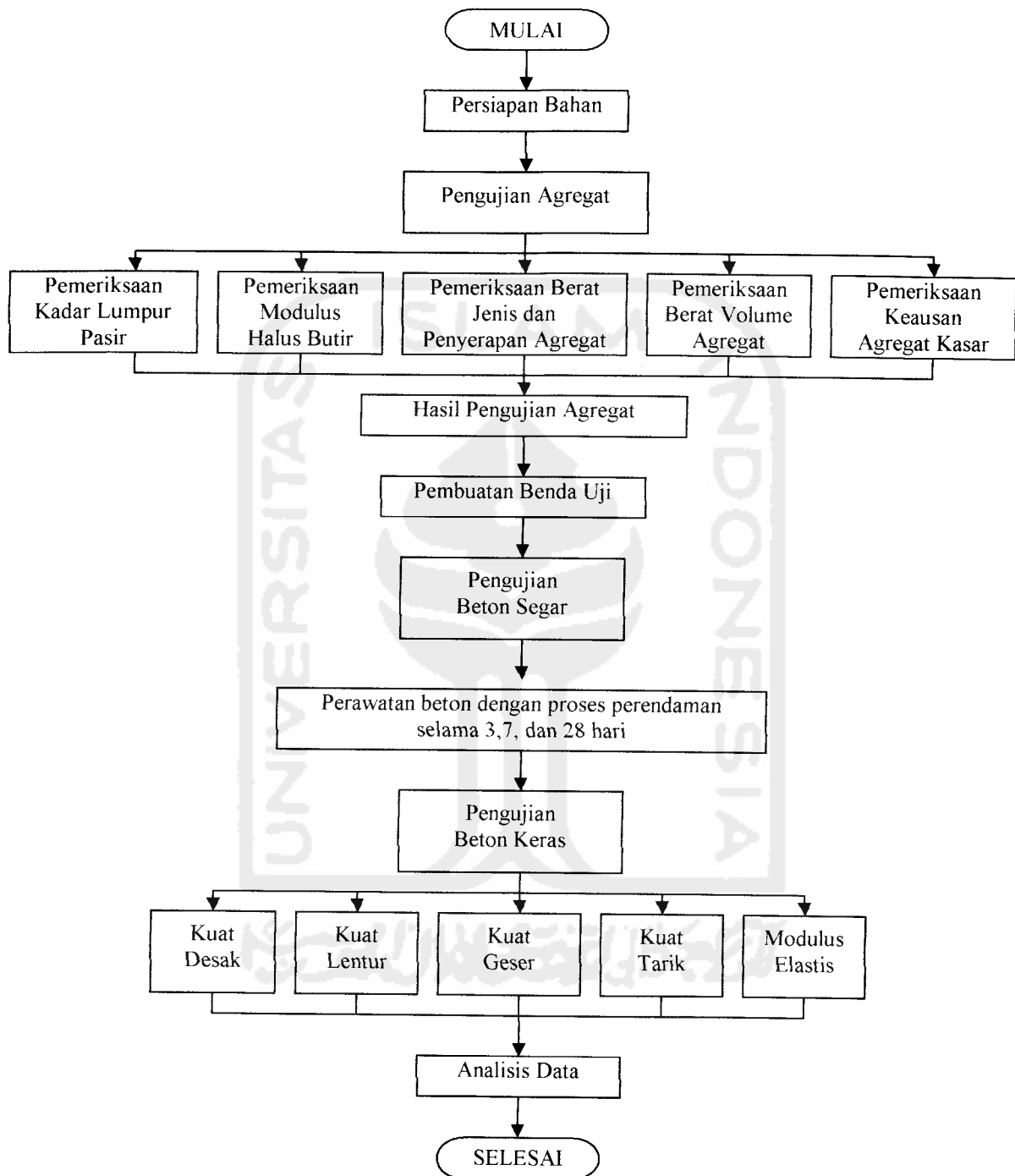
### **METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang metode penelitian sekaligus persiapan bahan, data yang diperlukan, model dan cara pembuatan benda uji, dan pengujian yang dilakukan.

#### **4.1 Metode Penelitian**

Pengujian yang akan dilakukan oleh peneliti dalam melaksanakan penelitian ini meliputi pengujian pendahuluan untuk agregat halus dan agregat kasar. Setelah dilakukan pengujian pendahuluan dilanjutkan dengan pengujian berat volume, kuat desak, kuat tekan, kuat lentur, kuat geser, dan modulus elastis pada beton.

Sebelum pengujian dilakukan oleh peneliti diperlukan beberapa persiapan agar penelitian dapat berjalan lancar. Persiapan yang dilakukan meliputi : penelitian agregat, perhitungan komposisi campuran, pelaksanaan pembuatan benda uji, uji *slump*, pengujian, dan lokasi penelitian. Sistematika metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Sistematika Penelitian



## 4.2 Persiapan Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan penyusun beton, yaitu semen, air, agregat halus, dan agregat kasar.

### 1) Semen

Semen yang digunakan adalah semen Nusantara dengan kemasan 40 kg.

### 2) Air

Air yang digunakan diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UIL.

### 3) Agregat Halus

Agregat halus atau pasir yang digunakan berasal dari Kali Krasak

### 4) Agregat Kasar

Dalam penelitian ini adalah batu Kencleng asal Gunung Kidul, batu Manyaran asal Wonogiri, dan batu Clereng asal Kulon Progo.

## 4.3 Penelitian Agregat

Pada penelitian agregat ini akan dilakukan dengan memeriksa kadar lumpur pasir, modulus halus butir, berat jenis dan penyerapan agregat, berat volume agregat, dan keausan agregat kasar.

### 4.3.1 Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kandungan lumpur dalam agregat pasir baik sebelum maupun sesudah mengalami pencucian. Alat

yang terpakai antara lain : gelas ukur 250 cc, timbangan, air, oven dengan suhu (105 – 110)° C dan alat tulis. Adapun tahapan yang dilakukan :

- 1) persiapkan alat dan bahan (pasir) terlebih dahulu,
- 2) timbang piring sebelum digunakan untuk tempat pasir ( $B_0$ ),
- 3) pasir 100 gram di timbang, lalu dimasukkan ke dalam gelas ukur 250 cc dan di isi dengan air jernih hingga setinggi 12 cm di atas muka pasir,
- 4) gelas ukur di kocok-kocok selama  $\pm 25$  kali, biarkan selama  $\pm 1$  menit, bila air dalam gelas masih terlihat keruh, maka air di buang dan di isi kembali dengan air yang jernih,
- 5) lakukan hingga pasir dalam gelas ukur jernih, lalu air dipisahkan dengan pasir dan di buang, pasir diletakkan dalam piring, kemudian masukkan dalam oven pada suhu (105 – 110)° C selama  $\pm 36$  jam, dan
- 6) pasir dikeluarkan dari oven didinginkan, dan timbang beratnya ( $B_1$ ), setelah itu pasir di buang.

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{B_0 - B_1}{B_0} \times 100\% \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana :  $B_0$  = berat piring (gram)

$B_1$  = berat kering oven (gram)

#### 4.3.2 Pemeriksaan Modulus Halus Butir

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan saringan.

Alat-alat yang dipergunakan :

- 1) timbangan,
- 2) satu set saringan dengan urutan ukuran pakai 1 ½ in, 1 in, ¾ in, ⅜ in, no.4, no.8, no. 16, no. 30, no. 50, no. 100, no. 200. (standar ASTM).
- 3) oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu,
- 4) talam (loyang), dan
- 5) mesin penggoyang saringan.

Tahapan pemeriksaannya :

- 1) agregat diambil sebanyak 5000 gram, kemudian masukkan ke dalam oven pada suhu  $(100 \pm 25)^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam,
- 2) keluarkan agregat diamkan sejenak, lalu ambil sebanyak 2000 gram untuk agregat halus dan 2500 gram untuk agregat kasar,
- 3) persiapkan saringan sesuai dengan urutan, lalu letakkan saringan tersebut pada mesin penggoyang,
- 4) agregat yang telah ditimbang tersebut letakkan pada saringan,
- 5) aktifkan mesin penggoyang selama  $\pm 15$  menit,
- 6) setelah itu, ambil agregat dan timbang setiap agregat yang tertinggal pada setiap saringan,
- 7) catat setiap berat agregat yang tertinggal, dan
- 8) lakukan percobaan diatas pada agregat kasar dan agregat halus.

$$\text{Modulus Halus Butir} = \frac{W_{\text{kumulatif}}}{100} \dots\dots\dots (4.2)$$

Dimana :  $W_{\text{kumulatif}}$  = prosentase berat tertinggal kumulatif

### 4.3.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat kering permukaan jenuh (SSD) dan penyerapan dari agregat kasar dan agregat halus.

#### 1. Agregat Kasar

Adapun alat-alat yang dipersiapkan :

- a) keranjang kawat ukuran 3,35 mm atau 2,36 mm (no. 6 atau no. 8) dengan kapasitas kira-kira 5 kg,
- b) tempat air dengan bentuk dan kapasitas yang sesuai dengan pemeriksaan. Tempat ini harus dilengkapi dengan pipa, sehingga permukaan air selalu tetap,
- c) timbangan kapasitas 5 kg dan ketelitian 0,1% dari berat contoh yang ditimbang dan dilengkapi dengan alat penggantung keranjang,
- d) oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu hingga  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$ ,
- e) alat pemisah contoh, dan
- f) saringan no.4.

Untuk pelaksanaan pengujian dikerjakan melalui tahapan :

- a) setelah dicuci batu putih direndam dalam air pada suhu kamar selama  $(24 \pm 4)$  jam,
- b) batu putih dimasukkan dalam keranjang, kemudian dimasukkan ke dalam bak terendam yang terisi air dan digoncang-goncangkan agar udara yang tersekap dapat keluar. Kemudian ditimbang beratnya dalam air ( $w_{ua}$ ),

- c) batu putih dikeluarkan dari air dan lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD). Untuk ukuran yang besar pengeringannya satu persatu,
- d) batu putih ditimbang dalam kering permukaan jenuh. ( $w_{jn}$ ),
- e) batu putih dikeringkan dalam oven antara suhu (100 – 110)°C, sampai kering,
- f) batu putih dikeluarkan dari oven, didiamkan sampai mencapai suhu ruangan lalu ditimbang sehingga diperoleh berat kering. ( $w_{ko}$ )

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{w_{jn}}{w_{jn} - w_{aa}} \dots\dots\dots (4.3)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{w_{jn} - w_{ko}}{w_{ko}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.4)$$

- Keterangan
- $w_{jn}$  = berat agregat kasar jenuh, (gram)
  - $w_{aa}$  = berat agregat dalam air, (gram)
  - $w_{ko}$  = berat kering oven, (gram)

## 2. Agregat Halus

Peralatan yang dipergunakan antara lain :

- 1) timbangan halus dengan ketelitian 0,1 gram,
- 2) picnometer dengan kapasitas 500 ml,
- 3) *conne*/kerucut terpancung (tabung kerucut dengan penumbuknya) dengan ukuran diameter atas (40 ± 3) mm dan diameter bawah (90 ± 3) mm dan tingginya (75 ± 3) mm, dengan tebal logam 0,8 mm, dan ukuran penumbuk yang mempunyai bidang penumbuk rata,

berat ( $340 \pm 15$ ) gram diameter permukaan penumbuk ( $25 \pm 3$ ) mm,

- 4) saringan no. 4,
- 5) oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai ( $110 \pm 5$ )° C,
- 6) loyang seng dan loyang plastik (talam),
- 7) kuas, bejana tempat air dan alat yang lainnya,
- 8) thermometer,
- 9) pompa hampa udara (*vacuum pump*) atau tungku, dan
- 10) air suling.

Tahapan pemeriksaannya :

- 1) pasir sebanyak 2500 gram ditimbang,
- 2) pasir dikeringkan di dalam oven pada suhu ( $150 \pm 5$ )°C, sampai kering tetap / berat tetap, didinginkan pada suhu ruang dan kemudian direndam di dalam air selama ( $24 \pm 4$ ) jam sampai basah jenuh. Berat tetap yang dimaksud adalah keadaan berat pasir selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1%,
- 3) air rendaman dibuang dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang hilang,
- 4) pasir dimasukkan ke dalam loyang seng, kemudian dipanaskan dengan menggunakan kompor dan dengan dibolak-balik hingga kering permukaan jenuh,

- 5) untuk mengetahui kering permukaan semu dengan jalan dites memakai *conne* dengan diisi sebanyak 3 lapis hingga penuh dimana tiap lapis ditumbuk lapis pertama 8 kali, lapis kedua 8 kali dan lapis ketiga 9 kali, kemudian *conne* diangkat dengan hati-hati, kalau pasir masih berbentuk kerucut seperti *conne* berarti benda uji belum mencapai kering permukaan jenuh,
- 6) pekerjaan no. 4 dan no. 5 diulangi lagi sampai kering permukaan jenuh (SSD),
- 7) kalau sudah mencapai keadaan SSD pasir ditimbang sebanyak 500 gram dan dimasukkan ke dalam *picnometer* yang sudah diketahui beratnya, kemudian diisi lagi dengan air suling sebanyak 90% dari kapasitas *picnometer*,
- 8) *picnometer* yang sudah berisi pasir dan air suling diletakkan di atas kompor yang sudah dinyalakan, kemudian direbus untuk menghilangkan gelembung udara yang ada di dalam pasir atau dapat digunakan pipa hampa udara guna mempercepat proses tersebut tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terhisap,
- 9) setelah mendidih didiamkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian ditambah air suling sebanyak yang diperlukan (sampai batas maksimum) lalu ditimbang. Perhitungkan suhu standar 25°C,
- 10) ditambahkan dengan air sampai tanda batas dan timbang *picnometer* berisi air dan pasir sampai ketelitian 0,1 gram ( $W_t$ )

- 11) pasir dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap, kemudian didinginkan dan diuji dalam desikator,
- 12) setelah dingin pasir ditimbang. ( $W_{ko}$ ) Ditentukan berat *picnometer* berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar  $25^{\circ}\text{C}$  ( $W$ )

$$\text{Berat Jenis SSD} = \frac{w_{ps}}{w_{pa} + w_{ps} - w_t} \dots\dots\dots (4.5)$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{w_{ps} - w_{ko}}{w_{ko}} \times 100\% \dots\dots\dots (4.6)$$

Dimana  $w_{ps}$  = berat pasir (gram)

$w_{pa}$  = berat *picnometer* berisi air, (gram)

$w_t$  = berat *picnometer* berisi air dan pasir, (gram)

$w_{ko}$  = berat pasir kering oven, (gram)

#### 4.3.4 Pemeriksaan Berat Volume Agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui berat agregat per satuan volume.

Adapun peralatan yang dipersiapkan :

- 1) tabung silinder ( $\emptyset$  15 x t 30) cm,
- 2) timbangan kapasitas 20 kg,
- 3) tongkat penumbuk  $\emptyset$  16 panjang 60 cm, dan
- 4) serok, sekop, lap.

Tahapan pemeriksaannya :



- 1) timbang berat tabung ( $W_t$ ) dan volume tabung ( $V$ ),
- 2) isi tabung dengan agregat dengan setiap  $\frac{1}{3}$  volume ditumbuk sebanyak 25 kali, lalu timbang ( $W_{ta}$ ),
- 3) lakukan pada agregat kasar dan agregat halus.

$$\text{Berat Volume Agregat} = \frac{B_a}{v_s} = \frac{w_{ta} - w_{ts}}{v_s} \dots\dots\dots (4.7)$$

Dimana  $B_a$  = berat agregat, (kg)

$w_{ta}$  = berat tabung silinder berisi agregat, (kg)

$w_{ts}$  = berat cetakan silinder, (kg)

$v_s$  = volume silinder, ( $m^3$ )

#### 4.3.5 Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angelas*. Alat-alat yang dipergunakan : Mesin *Los Angelas*, saringan no. 12, timbangan dengan tingkat ketelitian 5 gram, bola baja dengan diameter 4,68 cm dan berat antara 390 – 445 gram, oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ C$ . Tahapan pemeriksaan :

- 1) timbang agregat sebanyak masing-masing 2500 gram untuk agregat yang lolos saringan  $\frac{3}{4}$  in dan  $\frac{1}{2}$  in. ( $W_1$ ) yang sebelumnya telah dikeringkan dalam oven,
- 2) agregat (kedua ukuran) dan bola dimasukkan ke dalam mesin *Los Angelos*,
- 3) putar mesin dengan kecepatan 30-33 RPM, 500 putaran untuk gradasi A, B, C, dan D, 100 putaran untuk gradasi E, F, dan G, dan

- 4) setelah selesai pemutaran keluarkan batu putih dari mesin, kemudian saring dengan saringan no. 12. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci, selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  kemudian setelah dikeluarkan dari oven ditimbang ( $W_{ko}$ ).

$$Kecausan = \frac{w_1 - w_{ko}}{w_1} \times 100\% \dots\dots\dots (4.8)$$

Dimana,  $w_1$  = berat kering agregat kasar, (kg)

$w_{ko}$  = berat kering butiran tertahan saringan no.12, (kg)

Penelitian agregat akan dilakukan di Laboratorium Jalan Raya.

#### 4.4 Perhitungan Komposisi Campuran

Perhitungan komposisi campuran semen, air, agregat halus, dan agregat kasar dihitung dengan cara metode ACI berdasarkan data yang telah diperoleh dari penelitian agregat. Komposisi campuran untuk ketiga variasi dapat dilihat pada Tabel 4.1, untuk hitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran C.1 – 01 sampai C.1 – 04.

**Tabel 4.1** Perbandingan Komposisi Campuran Per  $1 \text{ m}^3$

Jenis Batu	Komposisi Campuran			
	Semen	Air	Agregat Halus	Agregat kasar
Clereng	1	0.44	1,87	1,94
Kencleng	1	0.44	1,81	1,81
Manyaran	1	0.44	1,48	1,76

#### 4.5 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

- 1) Persiapan alat

a. Molen

Molen sebagai tempat pengadukan terlebih dahulu dibersihkan dengan menyiramkan air seperlunya agar bersih dari debu dan partikel-partikel lain.

b. Cetakan

Alat atau cetakan beton yang berbentuk silinder terlebih dahulu dilumuri oli agar pada saat beton telah mengeras dapat dengan mudah dikeluarkan dari cetakan.

2) Pengadukan

Metode pengadukan :

- a. pasir dan semen dimasukan terlebih dahulu ke dalam molen, diaduk selama  $\pm 1,5$  menit,
- b. air dimasukan ke dalam campuran pasir dan semen sebanyak setengah komposisi rencana, diaduk selama  $\pm 2$  menit, dan
- c. batu putih yang sudah dalam kondisi jenuh kering muka (SSD) dimasukan ke dalam campuran dan diaduk selama  $\pm 2$  menit kemudian sisa setengah komposisi air dimasukan terakhir agar mencapai campuran workabilitasnya.

3) Pemadatan

Campuran yang sudah memenuhi syarat nilai *slump* kemudian dituangkan ke dalam cetakan silinder sebanyak 3 lapisan, tiap lapis ditusuk sebanyak 25 kali.

#### 4) Pemeliharaan

Pemeliharaan beton ini bertujuan agar permukaan beton keras selalu lembab hingga beton dianggap cukup keras.

Beberapa cara yang dapat dipergunakan untuk merawat beton :

- a. meletakkan beton keras di dalam ruangan yang lembab,
- b. meletakkan beton keras dalam genangan air atau perendaman,
- c. menyelimuti permukaan beton keras dengan karung basah, dan
- d. menyirami permukaan beton keras secara teratur.

Untuk penelitian ini dipakai benda uji pada umur 3, 7, dan 28 hari dengan meletakkan beton keras dalam genangan air atau perendaman.

#### 4.6 Uji *Slump*

Nilai *slump* bertujuan untuk mengetahui kepadatan dan keenceran campuran beton. Alat-alat yang dipergunakan antara lain :

- 1) corong baja yang berbentuk *konus* pada kedua ujungnya. Bagian bawah berdiameter 20 cm dan bagian atas berdiameter 10 cm dengan tinggi 30 cm disebut juga sebagai kerucut *Abrams*, dan
- 2) tongkat baja dengan diameter 1,6 cm dan panjang 60 cm, bagian ujungnya bulat.

Adapun tahapan pengerjaannya :

- 1) isikan adukan beton pada kerucut *Abrams*, dan
- 2) pengisian dilakukan secara tiga lapisan dimana pada setiap lapisannya ditusuk sebanyak 25 kali. Setelah merata hingga permukaan cetakan

kerucut *Abrams* diangkat perlahan dan akan terjadi penurunan pada adukan beton tersebut. Penurunan ideal nilai *slump* adukan beton antara 7,5 – 10,0 cm.

#### 4.7 Pengujian

Pengujian dilakukan setelah benda uji mencapai umur 3, 7, dan 28 hari.

Adapun langkah-langkah pengujiannya :

- 1) benda uji yang telah berumur 3, 7, dan 28 hari dipersiapkan,
- 2) benda uji ditimbang untuk mendapatkan berat silinder beton dalam keadaan kering,
- 3) mengukur benda uji menggunakan kaliper,
- 4) meletakkan benda uji pada mesin uji
  - a. untuk uji desak, lentur dan geser diletakan secara vertikal, dan
  - b. untuk uji tarik diletakan secara horizontal.
- 5) menyalakan mesin uji dengan tekanan yang secara berangsur-angsur dinaikkan, dan
- 6) pembebanan dilakukan sampai benda uji tidak kuat lagi menahan tekanan dan retak atau hancur.

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang semua hasil-hasil dari pengujian yang telah dilakukan beserta pembahasannya. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya dan Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik Universitas Islam Indonesia. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan data-data yang kemudian dianalisis. Hasil tersebut didapat setelah dilaksanakan pengujian pada benda uji.

#### 5.1 Hasil Uji Material

Pengujian material bertujuan untuk menentukan komposisi campuran adukan beton dengan metode ACI yang dipakai dalam penelitian ini. Data-data itu antara lain kandungan lumpur dalam pasir, modulus halus butir, berat volume agregat, berat jenis agregat, penyerapan air, dan keausan atau abrasi dimana pada Tabel 5.1 secara lengkap dapat dilihat hasil pengujiannya, sedangkan data hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Lampiran B.1 – B.16.

**Tabel 5.1** Hasil Pengujian Material

Penelitian	Kencleng	Manyaran	Clereng	Pasir
Kandungan Lumpur dalam Pasir (%)	-	-	-	1
Modulus Halus Butir	5,96	5,963	5,85	2,85
Berat Volume Agregat ( $t/m^3$ )	1,3864	1,344	1,476	1,5609
Berat Jenis SSD	2,471	2,068	2,664	2,86
Penyerapan Air (%)	3,38	17,79	1,39	2,57
Abrasi (%)	26.8	55	22,25	-
Ukuran Agregat Maksimum (mm)	20	20	20	4,75

### 5.2.1 Uji Kandungan Lumpur

Uji kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui berapa persen lumpur yang terkandung dalam pasir. Hasil penelitian kandungan lumpur pasir yang berasal dari kali Krasak ini sebesar 1 %. Berdasarkan hasil penelitian tersebut pasir yang digunakan pada penelitian ini memenuhi syarat yang ditetapkan PBI 1971 yaitu memiliki kandungan lumpur maksimal 5 %.

### 5.2.2 Uji Modulus Halus Butir

Uji modulus halus butir ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir agregat halus dan agregat kasar untuk mencari nilai perkiraan kebutuhan agregat kasar per meter kubik beton, berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus pasir. Dari hasil penelitian didapatkan modulus halus butir agregat halus sebesar 2,85 sedangkan modulus halus butir agregat kasar untuk batu Kencleng, Manyaran, dan Clereng yaitu 5,960 , 5,963 , dan 5,85. Pada umumnya modulus halus butir agregat halus berkisar antara 1,5 sampai 3,8 dan untuk agregat kasar berkisar 5 sampai 8 (Dipohusodo, 1971).

### 5.2.3 Penyerapan Air

Pada penelitian material juga diamati besarnya penyerapan air yang terjadi pada setiap batuan. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai penyerapan air untuk batu Kencleng 3,38 % , batu Manyaran 17,79 % , dan untuk batu Clereng 1,39 %. Selain meneliti penyerapan air agregat kasar juga meneliti penyerapan air agregat halus yaitu pasir yang berasal dari kali Krasak yang memiliki 2,57 % penyerapan air.



Dari hasil penelitian penyerapan air terlihat batu Manyaran memiliki nilai penyerapan air terbesar yaitu 17,79 % dan batu Clereng sebagai agregat untuk beton kontrol memiliki nilai penyerapan air terkecil yaitu sebesar 1,39 %. Selisih nilai penyerapan air untuk batu Manyaran terpaut sangat besar yaitu 16,4 % dari batu Clereng sedangkan untuk batu Kencleng memiliki selisih kecil yaitu sebesar 1,99 %. Besarnya nilai penyerapan air ini akan mempengaruhi kekerasan dari agregat tersebut mengingat batu Kencleng dan batu Manyaran merupakan batu putih dimana materialnya terbentuk oleh kapur yang memadat, sehingga serapan air memungkinkan melemahkan ikatan antar partikel kapur yang membentuk batu putih.

#### **5.2.4 Keausan Agregat**

Uji keausan agregat bertujuan untuk mengetahui ketahanan agregat kasar terhadap kehancuran saat dilakukan pencampuran. Dari uji keausan yang telah dilakukan didapatkan nilai keausan dengan agregat kasar batu Kencleng sebesar 26,8 % , batu Manyaran 55 % , dan untuk batu Clereng 22,25 %. Syarat yang ditetapkan oleh PBI 1971, yaitu agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton tidak boleh kehilangan berat mencapai 50 %, sehingga dari hasil uji keausan yang telah didapatkan untuk batu Kencleng memenuhi syarat dan untuk batu Manyaran tidak memenuhi syarat karena kehilangan berat melebihi 50 %.

#### **5.2.5 Berat Volume dan Berat Jenis Agregat**

Berat volume merupakan ukuran untuk menyatakan berat agregat dalam suatu tempat tertentu atau berdasar volume ruang cetakan. Setelah dilakukan pengujian agregat didapatkan berat volume untuk batu Kencleng  $1,386 \text{ t/m}^3$  , batu



Manyaran  $1,344 \text{ t/m}^3$  dan batu Clereng  $1,476 \text{ t/m}^3$ . Dari hasil tersebut terlihat batu Manyaran memiliki berat volume terkecil jika dibandingkan dengan batu Kencleng. Selisih berat volume dari batu Clereng sebagai agregat kasar pembanding untuk batu Kencleng sebesar 6,4 % dan batu Manyaran sebesar 8,9 %. Sebenarnya pada saat dilakukan pemadatan, batu Manyaran lebih mudah pecah dibandingkan batu Kencleng sehingga memungkinkan berat volume batu Manyaran akan lebih berat karena pecahan tersebut akan mengisi ruang-ruang kosong dalam cetakan namun tetap saja berat volume batu Manyaran memiliki berat volume lebih kecil, ini dikarenakan butir agregat batu Manyaran mengandung pori-pori lebih besar dibandingkan batu Kencleng. Agregat batu Manyaran dapat dinyatakan memiliki pori-pori yang lebih besar daripada batu Kencleng karena data dari penelitian penyerapan air untuk batu Manyaran sebesar 17,790% dibandingkan batu Kencleng dan Clereng yang hanya memiliki penyerapan sebesar 3,378% dan 1,391%.

Berat jenis diukur berdasarkan volume sesungguhnya dalam keadaan SSD yaitu dimana agregat dalam keadaan kering permukaan jenuh. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa berat jenis SSD untuk batu Kencleng sebesar 2,471, batu Manyaran 2,068 dan untuk batu Clereng sebesar 2,664 sehingga dari hasil tersebut terlihat bahwa agregat yang memiliki pori-pori didalam butirannya paling banyak maka berat jenisnya semakin kecil karena pori-porinya banyak terisi oleh air.

### 5.3 Keleccakan / Workabilitas

Nilai *slump* berpengaruh pada kuat desak beton dan kemudahan dalam pengerjaan. Adukan beton yang memiliki nilai *slump* kecil akan menghasilkan kuat desak yang tinggi namun dengan kecilnya nilai *slump* berarti pada saat pencampuran kurang mudah yang menyebabkan sulitnya pengerjaan beton.

Pada penelitian ini nilai *slump* terkecil didapat pada campuran beton yang menggunakan batu Clereng yaitu sebesar 9,17 cm sedangkan untuk campuran yang menggunakan batu Kencleng dan Manyaran sebesar 9,7 cm dan 10,9 cm namun demikian semua nilai *slump* tersebut memenuhi yang direncanakan sebesar 7,5 – 15 cm. Untuk nilai *slump* setiap adukan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

**Tabel 5.2** Besar Nilai *Slump*

Untuk Sampel	Umur (hari)	Besar <i>Slump</i> (cm)		
		Batu Clereng	Batu Kencleng	Batu Manyaran
Silinder Desak	3	-	9,5	10,5
	7	-	11,5	10,5
	28	8,5	9,5	11,5
Silinder Tarik	28	9,5	8,5	10,5
Prisma Lentur / Geser	28	9,5	9,5	11,5
Rata-rata		9,17	9,7	10,9

Dari Tabel 5.2 terlihat nilai *slump* pada campuran beton beragregat batu Clereng yang merupakan campuran beton kontrol memiliki nilai *slump* terkecil dari beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran. Besarnya nilai *slump* pada beton kontrol ini disebabkan karena volume pasir pada campuran beton beragregat batu Clereng ini lebih besar dibanding volume pasir beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran, dimana besarnya volume pasir per 1 m<sup>3</sup> untuk batu Clereng sebesar 0,8640, batu Kencleng 0,8365, sedangkan untuk batu

Manyaran 0,6818. Sehingga air pada campuran beton beragregat batu Clereng banyak diserap oleh pasir. Besarnya faktor penyerapan air pada batu putih tidak mempengaruhi besarnya nilai *slump* walaupun pada pengujian penyerapan air didapat pada jenis batu putih lebih besar dibanding penyerapan air pada batu Clereng. Perbandingan selisih besarnya nilai *slump* untuk campuran beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran terhadap campuran beton kontrol beragregat batu Clereng yaitu sebesar 5,78 % dan 18,87 %.

#### **5.4 Hasil Uji Sampel**

Pada sub bab hasil uji sampel ini akan dibahas mengenai hasil-hasil uji yang dilakukan pada penelitian ini yaitu kuat desak, kuat tarik, kuat lentur, dan kuat geser. Penelitian uji sampel dilakukan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia. Hasil uji beton yang telah didapatkan digunakan untuk membandingkan beton dengan agregat kasar batu Kencleng dan batu Manyaran dengan beton kontrol yang menggunakan agregat kasar batu Clereng dimana hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.3, sedangkan data hasil uji laboratorium dapat dilihat pada Lampiran B.17 - B.32. Untuk pengujian desak, tarik dan modulus elastis dipakai sampel silinder. Sedangkan untuk pengujian lentur dan geser dipakai sampel berbentuk persegi.

**Tabel 5.3** Hasil Pengujian Sampel

Jenis Uji		Agregat Kasar		
		Batu Kencleng	Batu Manyaran	Batu Clereng
Berat Volume Rata-rata ( $t/m^3$ )		2,320	2,236	2,429
Kuat Desak Rata-rata (MPa)	Umur 3 hari	23,766	19,318	-
	Umur 7 hari	37,977	26,356	-
	Umur 28 hari	38,814	27,649	40,703
Kuat Tarik Rata-rata (MPa)		2,752	3,132	3,301
Kuat Lentur Rata-rata (MPa)		3,603	4,917	6,065
Kuat Geser Rata-rata (MPa)		3,540	3,632	4,316
Modulus Elastis Rata-rata (GPa)	Umur 3 hari	12,076	7,192	-
	Umur 7 hari	12,858	9,183	-
	Umur 28 hari	13,458	10,052	16,242

#### 5.4.1 Kuat Desak

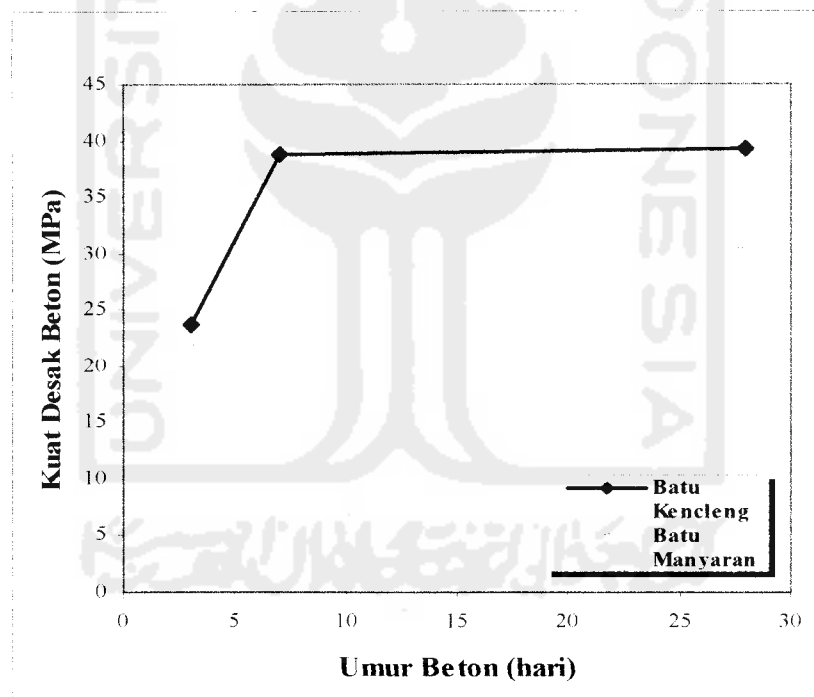
Secara teoritis kuat desak suatu beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan dari bahan-bahan penyusunnya. Nilai kuat desak beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban desak bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban terhadap benda uji.

Pada penelitian ini untuk batu Kencleng dan batu Manyaran diuji pada umur 3, 7, dan 28 hari sedangkan untuk batu Clereng diuji hanya pada umur 28 hari. Hasil kuat desak beton rata-rata dapat dilihat pada Tabel 5.4 sedangkan perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran C.3-01 sampai C.3-03.

**Tabel 5.4** Kuat Desak Beton Rata-rata

Jenis Agregat	Umur Beton (Hari)		
	3	7	28
Batu Clereng ( MPa)	-	-	40,703
Batu Kencleng ( MPa)	23,766	37,977	38,814
Batu Manyaran ( MPa)	19,318	26,356	27,649

Dari hasil pengujian kuat desak seperti yang terlihat pada Tabel 5.4 beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran memiliki kuat desak yang lebih rendah dari beton kontrol yang beragregat batu Clereng. Selisih hasil kuat desak dari beton kontrol beragregat batu Clereng pada beton beragregat batu Kencleng sebesar 2,828 MPa dan 13,054 MPa untuk beton beragregat batu Manyaran. Dengan demikian terlihat beton beragregat batu Manyaran memiliki kuat desak yang paling rendah dan memiliki selisih yang sangat besar terhadap beton kontrol, berbeda dengan beton beragregat batu Kencleng yang memiliki kuat desak hampir mendekati kuat desak beton kontrol.



**Gambar 5.1** Grafik Kuat Desak Beton Terhadap Umur Beton

Menurut Randing dan Lasino (1994) dalam Tjokrodinuljo (1996) beton yang memenuhi syarat (mutunya tercapai) jika memenuhi dua syarat yaitu :

- 1) Nilai rata-rata dari semua pasangan hasil uji (yang masing-masing pasangan terdiri dari empat hasil uji desak) tidak kurang dari  $(f'_c + 0,82 S_d)$ .
- 2) Tidak satupun dari hasil uji desak (rata-rata dari dua silinder) kurang dari  $0,85 f'_c$ .

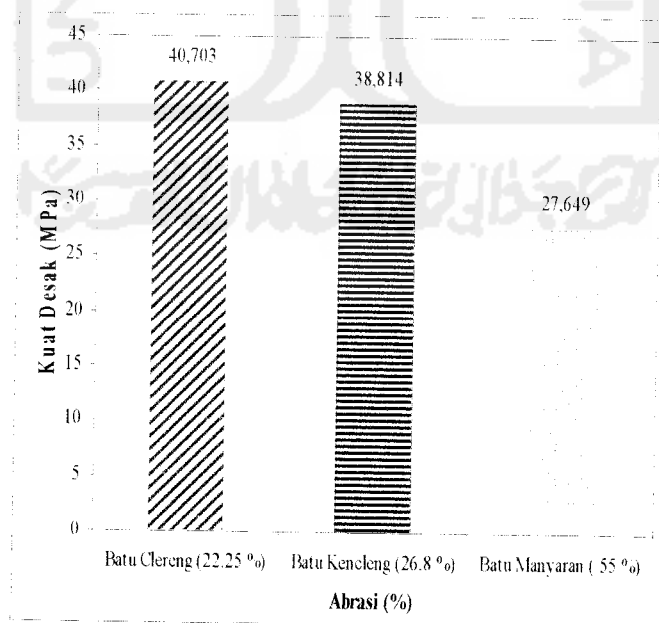
Pada Lampiran C.3-01 sampai C.3-03 dapat dilihat hasil seluruh nilai kuat desak silinder beton dan dari sana terlihat bahwa untuk beton beragregat batu Kencleng tidak satupun dari hasil uji kurang dari  $0,85 f'_c$  yaitu 21,25 MPa dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari  $(f'_c + 0,82 S_d)$  yaitu 29,92 MPa, jadi untuk beton beragregat batu Kencleng mencapai kuat desak yang direncanakan. Untuk beton beragregat batu Manyaran terlihat tidak satupun dari hasil uji kurang dari  $0,85 f'_c$  yaitu 21,25 MPa namun nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan ada yang kurang dari  $(f'_c + 0,82 S_d)$  yaitu 29,92 MPa, jadi untuk beton beragregat batu Manyaran tidak mencapai kuat desak yang direncanakan. Sedangkan untuk beton kontrol yang beragregat batu Clereng terlihat tidak satupun dari hasil uji kurang dari  $0,85 f'_c$  dan nilai rata-rata dari 4 hasil uji yang berurutan tidak ada yang kurang dari  $(f'_c + 0,82 S_d)$ , jadi untuk beton beragregat batu Clereng mencapai kuat desak yang direncanakan.

Dari penjelasan di atas terlihat bahwa beton beragregat batu Kencleng memenuhi syarat kuat desak yang direncanakan dan memiliki selisih kuat desak yang kecil dari beton kontrol, sedangkan untuk beton beragregat batu Manyaran tidak memenuhi syarat kuat desak yang direncanakan dan memiliki selisih yang

besar terhadap beton kontrol. Faktor perbedaan kuat desak ini dikarenakan antara lain kekuatan agregat kasar, serapan air agregat, dan bentuk agregat.

#### 5.4.2 Pengaruh Kekuatan Agregat Terhadap Kuat Desak Beton

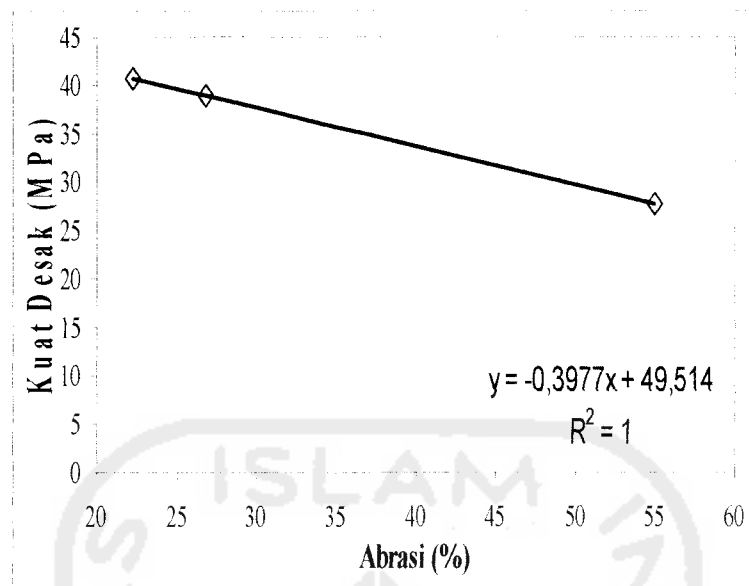
Kekuatan agregat kasar pada kuat desak memiliki pengaruh yang cukup besar karena hampir sebagian besar volume beton diisi oleh agregat kasar. Kekuatan agregat kasar pada beton dapat dilihat pada nilai abrasinya dimana bila memiliki prosentase nilai abrasi yang kecil maka akan menghasilkan kuat desak beton yang lebih besar demikian sebaliknya. Ini terlihat pada kuat desak beton yang diuji pada penelitian ini, dimana pada beton beragregat batu Kencleng dan Clereng yang memiliki prosentase nilai abrasi yang kecil yaitu 26,8% dan 22,25 % menghasilkan nilai kuat desak yang tinggi dibandingkan kuat desak pada beton beragregat batu Manyaran yang memiliki prosentase besar yaitu 55 % menghasilkan kuat desak yang rendah. Perbandingan antara pengaruh nilai abrasi terhadap kuat desak beton dapat dilihat pada Gambar 5.2.



**Gambar 5.2** Nilai Abrasi dan Kuat Desak Beton

Dari Gambar 5.2 terlihat bahwa meningkatnya prosentase nilai abrasi menyebabkan turunnya nilai kuat desak pada beton. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aji dan Rochman (2002) juga terjadi hal yang sama seperti pada penelitian ini yaitu tingginya nilai abrasi menyebabkan nilai kuat desak menurun. Penelitian mereka menggunakan agregat kasar batuan Watu Putih, Watu Lintang dan batuan kali Krasak dengan berbagai variasi dimana satu diantaranya yaitu 50 % menggunakan Watu Putih dengan 50 % menggunakan split asal kali Krasak, begitu juga dengan Watu Lintang sebanyak 50 % dan split asal kali Krasak 50 %. Hasil penelitian Aji dan Rochman (2002) didapatkan nilai abrasi untuk watu Putih sebesar 26,60 % dengan kuat desaknya sebesar 45,919 MPa dan nilai abrasi Watu Lintang sebesar 69,98 % dengan kuat desak sebesar 35,603 MPa. Dari hasil penelitian Aji dan Rochman (2002) juga terlihat bahwa meningkatnya prosentase nilai abrasi menyebabkan turunnya nilai kuat desak pada beton. Dengan melihat hasil kuat desak dengan nilai abrasi yang bervariasi di atas terlihat bahwa semakin baik nilai abrasi maka akan meningkatkan nilai kuat desaknya.





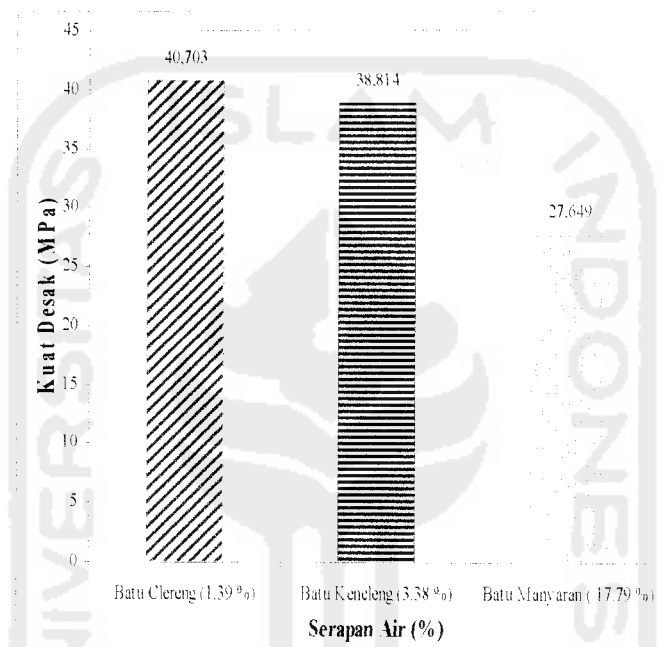
**Gambar 5.3** Hubungan Nilai Abrasi Dengan Kuat Desak Beton

Pada teori determinasi ( $R^2$ ) dan korelasi ( $r$ ) menurut Supramono (1993) dapat menunjukkan tingkat keeratan dua variabel dimana dalam hal ini nilai abrasi dengan kuat desak. Pada Gambar 5.5 terlihat nilai  $R^2 = 1$  yang berarti sempurna, ini menunjukkan bahwa tingkat keeratan pengaruh hubungan nilai abrasi terhadap kuat desak adalah besar.

#### 5.4.3 Pengaruh Serapan Air Dalam Agregat Terhadap Kuat Desak Beton

Serapan air dalam agregat kasar juga mempengaruhi kuat desak beton karena kandungan air akan menyebabkan agregat kasar melemah pada saat beton diberi beban desak. Serapan air yang terjadi pada agregat kasar terjadi karena adanya pori pada agregat kasar. Jika pada agregat kasar memiliki pori yang besar maka serapan air yang terkandung dalam agregat kasar tersebut juga besar. Sehingga kemungkinan besarnya selisih kuat desak beton yang dihasilkan beton beragregat batu Manyaran dengan beton beragregat batu Kencleng dan batu Clereng pada penelitian ini disebabkan oleh faktor serapan air ini karena dilihat

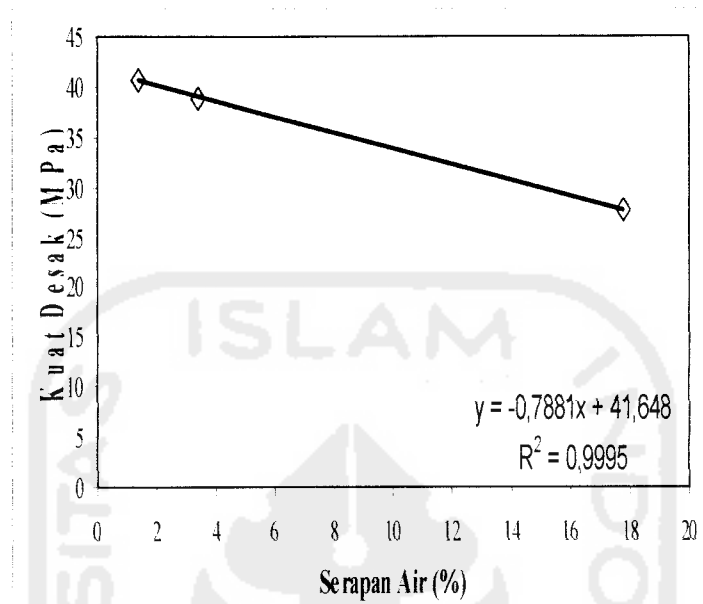
dari pengujian penyerapan air, agregat kasar batu Manyaran memiliki nilai penyerapan air yang besar yaitu 17,79 % dibandingkan nilai penyerapan air agregat kasar batu Kencleng dan batu Clereng yang memiliki nilai penyerapan air sebesar 3,38 % dan 1,39 %. Dalam Gambar 5.4 dapat dilihat pengaruh nilai serapan air terhadap kuat desak beton.



**Gambar 5.4** Nilai Penyerapan Air dan Kuat Desak Beton

Dari Gambar 5.4 pengaruh nilai penyerapan air terhadap kuat desak dapat dilihat dimana semakin besar nilai penyerapan air menyebabkan kuat desak semakin kecil pula. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ghalib dan Nuning (2004) yang menggunakan agregat kasar batu Paras Putih dan batu Serut dengan nilai serapan air sebesar 25,17 % untuk batu Paras Putih dan 18,141 % untuk batu Serut. Kuat desak yang dihasilkan yaitu 19,695 MPa untuk batu Paras Putih dan 18,899 MPa untuk batu Serut, dari hasil yang didapatkan dari penelitian Ghalib dan Nuning (2004) terlihat perbedaan dengan penelitian ini dimana pada

penelitian tersebut didapat semakin besar nilai penyerapan air maka semakin besar pula nilai kuat desak yang dihasilkan.



**Gambar 5.5** Hubungan Nilai Serapan Air Dengan Kuat Desak Beton

Pada teori determinasi ( $R^2$ ) dan korelasi ( $r$ ) menurut Supramono (1993) dapat menunjukkan tingkat keeratan dua variabel dimana dalam hal ini serapan air dengan kuat desak. Pada Gambar 5.5 terlihat nilai  $R^2 = 0,9995$  yang berarti sempurna, ini menunjukkan bahwa tingkat keeratan pengaruh hubungan serapan air terhadap kuat desak adalah besar.

#### 5.4.4 Pengaruh Bentuk Agregat Terhadap Kuat Desak Beton

Selain faktor kekuatan agregat dan serapan air dalam agregat masih terdapat faktor yang paling berpengaruh dalam kuat desak beton, yaitu bentuk agregat. Bentuk agregat disini adalah kekasaran permukaan dan ukuran diameter maksimumnya, dimana semakin kasar permukaan agregatnya berpengaruh terhadap daya lekat antar agregat dengan mortar. Diameter maksimum agregat

berpengaruh terhadap gradasi campuran beton, dimana semakin besar ukuran maksimum diameter agregat maka semakin besar jumlah pori dalam beton. Dalam penelitian ini diameter maksimum yang digunakan adalah ukuran diameter 20 mm dengan kuat desak terbesar yang didapat sebesar 40,703 MPa untuk batu Clereng dan kuat desak terkecil sebesar 27,649 MPa untuk batu Manyaran, sedangkan untuk batu Kencleng kuat desak yang dicapai sebesar 38,814 MPa.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hurriyanto dan Sugiyo (2003) yang menggunakan agregat kasar batu Kuning dan diameter maksimum 10 mm dan 20 mm menghasilkan kuat desak 29,05 MPa untuk diameter maksimum 10 mm dan 28,25 MPa untuk diameter maksimum 20 mm. Dari penelitian mereka terlihat semakin kecil diameter maksimum agregat kasar maka semakin tinggi nilai kuat desaknya. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ghalib dan Nuning (2004), yang menggunakan batu Paras Putih dan batu Serut dengan diameter maksimum 40 mm menghasilkan kuat desak lebih rendah yaitu 19,695 MPa untuk batu Paras Putih dan 18,899 MPa untuk batu Serut bila dibandingkan dengan penelitian Hurriyanto dan Sugiyo (2003) maupun penelitian ini, dimana menggunakan diameter maksimum agregat kasar lebih kecil dari penelitian Ghalib dan Nuning (2004).

#### **5.4.5 Kuat Tarik**

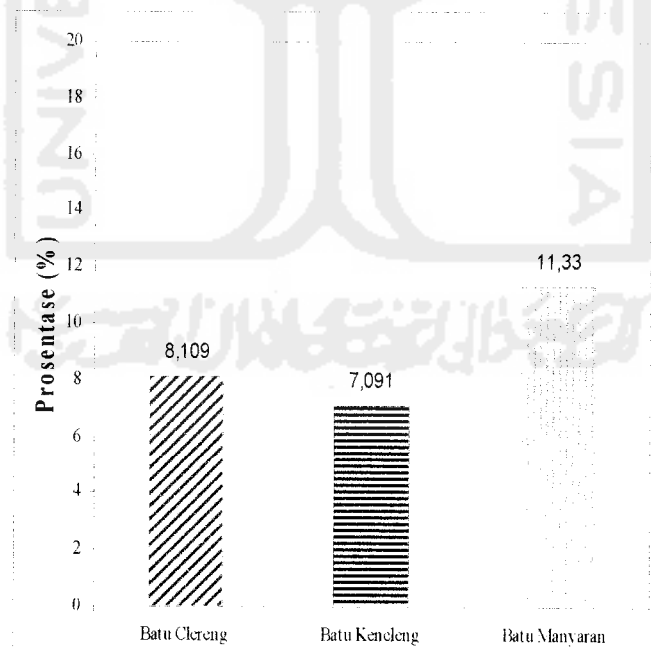
Kuat tarik beton sangat kecil bila dibandingkan dengan kuat desaknya sehingga kuat tarik beton kurang diperhitungkan. Sampel kuat tarik beton ini menggunakan silinder dengan ukuran yang sama dengan sampel beton kuat desak. Pada pengujian sampel, silinder diletakan pada arah memanjang diatas alat

penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder.

Pada penelitian ini didapatkan kuat tarik rata-rata beton dengan agregat kasar batu Kencleng sebesar 2,752 MPa, batu Manyaran sebesar 3,132 MPa, dan untuk batu Clereng sebesar 3,301 MPa. Untuk hasil kuat tarik seluruh sampel dapat dilihat pada Lampiran B.24 – B.26. Jika dibandingkan dengan nilai kuat desaknya terlihat nilai kuat tariknya ini sangat kecil, dimana prosentasenya dapat dilihat pada Gambar 5.6.

**Tabel 5.5** Kuat tarik Beton Rata-rata

Jenis Batu	Umur Beton (Hari)
	28
Batu Clereng (MPa)	3,301
Batu Kencleng (MPa)	2,752
Batu Manyaran (MPa)	3,132



**Gambar 5.6** Prosentase Kuat Tarik dan Kuat Desak Beton

Dari Gambar 5.6 terlihat prosentase kuat tarik terhadap kuat desak untuk beton dengan agregat kasar batu Kencleng sebesar 7,091 % , batu Manyaran 11,33 % dan untuk batu Clereng sebagai beton pembanding memiliki prosentase sebesar 8,109 %.

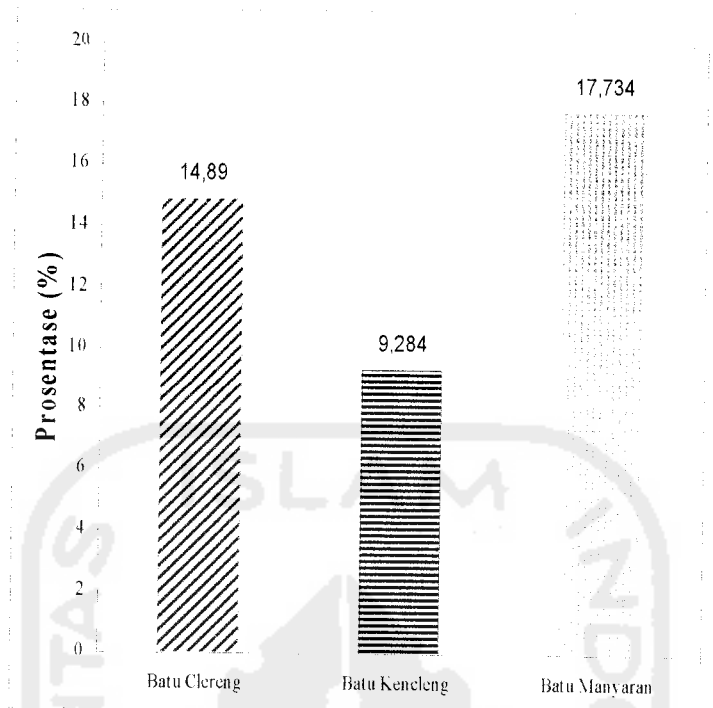
Kuat desak pada beton beragregat batu Kencleng lebih besar dari beton beragregat batu Manyaran namun untuk kuat tariknya beton beragregat batu Kencleng lebih rendah. Kuat tarik yang rendah pada beton beragregat batu Kencleng bila dibandingkan dengan beton beragregat batu Manyaran adalah karena lekatan antara agregat kasar dengan mortar sangat kecil terhadap gaya tarik. Faktor lain yang mempengaruhi kuat tarik yaitu nilai abrasi. Besarnya nilai abrasi pada beton beragregat batu Manyaran yaitu sebesar 55 % dan batu Kencleng sebesar 26,8 % berpengaruh pada perbedaan besarnya kuat tarik beton, ini karena dengan besarnya nilai abrasi agregat kasar batu Manyaran akan mudah hancur ketika dalam pengadukan campuran beton sehingga pecahan dari agregat kasar batu Manyaran tersebut akan menambah kelengkapan gradasi yang terjadi dalam campuran beton yang akan berpengaruh pada kekuatan pada mortar beton. Jika dibandingkan dengan batu Clereng kuat tarik beton beragregat batu Manyaran lebih rendah walaupun kelengkapan gradasi yang terjadi dalam campuran sudah baik namun kelengkapan gradasi beton beragregat kasar batu Clereng lebih baik. Tingginya kuat tarik pada beton beragregat batu Clereng dari beton beragregat batu Kencleng maupun batu Manyaran dipengaruhi oleh tingkat kegetasan batu dan bentuk agregatnya dimana pada agregat batu Clereng memiliki bentuk fisik pipih sehingga lekatan dengan mortar lebih kuat.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hurriyanto dan Sugiyo (2003) yang menggunakan agregat kasar batu Kuning dengan nilai abrasi 37,58 % memiliki kuat tarik antara 2,30 MPa sampai dengan 2,36 MPa. Mereka mengatakan kecilnya kuat tarik karena ikatan antara agregat kasar dengan mortar sangat kecil terhadap gaya tarik sehingga beton tidak kuat menahan kuat tarik.

#### **5.4.6 Kuat Lentur**

Kuat lentur beton juga sangat kecil bila dibandingkan dengan kuat tekannya. Sampel kuat lentur beton ini menggunakan balok dengan ukuran 50 cm x 10 cm x 10 cm. Pada pengujian sampel, balok diletakan pada arah memanjang di atas dua tumpuan yang memiliki jarak 40 cm.

Pada penelitian ini didapat kuat lentur untuk beton yang menggunakan agregat kasar batu Kencleng sebesar 3,603 MPa, batu Manyaran sebesar 4,917 MPa, dan batu Clereng sebesar 6,605 MPa. Dengan demikian, kuat lentur beton beragregat batu Kencleng lebih rendah dari kuat lentur beton beragregat batu Manyaran, namun kuat lentur beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran ini lebih rendah dari kuat lentur beton kontrol beragregat batu Clereng yang memiliki selisih sebesar 45,45 % untuk beton beragregat batu Kencleng dan 25,65 % untuk beton beragregat batu Manyaran. Untuk prosentase kuat lentur terhadap kuat desak dapat dilihat dari Gambar 5.7.



**Gambar 5.7** Prosentase Kuat Lentur dan Kuat Desak Beton

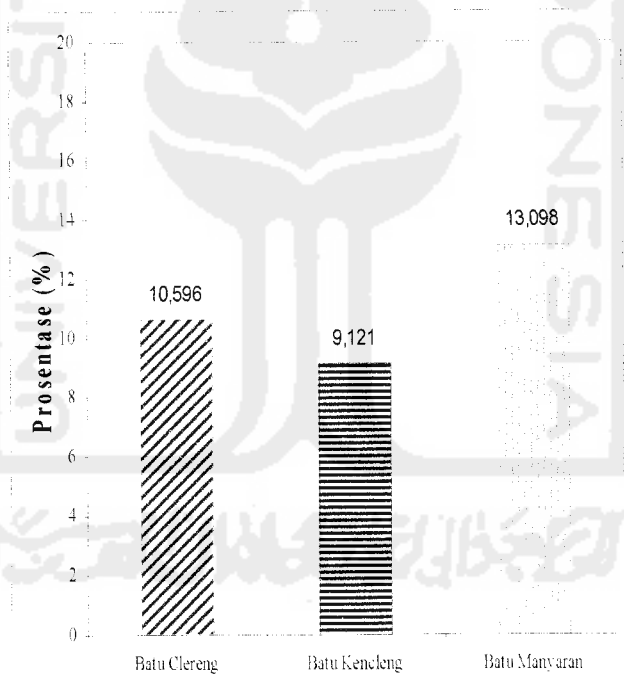
Dari Gambar 5.7 terlihat nilai kuat lentur beton beragregat batu Kencleng sebesar 3,603 MPa memiliki prosentase 9,284 % terhadap kuat desaknya, untuk beton beragregat batu Manyaran dengan kuat lentur 4,917 MPa memiliki prosentase 17,734 % sedangkan beton kontrol yang beragregat batu Clereng dengan kuat lentur sebesar 6,065 MPa memiliki prosentase terhadap kuat desak 14,89 %.

#### 5.4.7 Kuat Geser

Seperti pada kuat tarik dan kuat lentur beton, kuat geser beton juga sangat kecil bila dibandingkan dengan kuat tekannya. Sampel kuat geser beton minimal memiliki panjang 20 cm. Pada penelitian ini sampel kuat geser diambil dari sisa patahan pengujian lentur yang memiliki panjang lebih dari 20 cm dimana dapat dilihat pada Lampiran C.6.



Pada penelitian ini didapat kuat geser untuk beton yang menggunakan agregat kasar batu Kencleng sebesar 3,540 MPa, batu Manyaran sebesar 3,632 MPa dan batu Clereng sebesar 4,316 MPa. Dengan demikian, kuat geser beton beragregat batu Kencleng lebih rendah dari kuat geser beton beragregat batu Manyaran, namun kuat geser beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran ini lebih rendah dari kuat geser beton kontrol beragregat batu Clereng yang memiliki selisih sebesar 17,98 % untuk beton beragregat batu Kencleng dan 15,85 % untuk beton beragregat batu Manyaran. Untuk prosentase kuat lentur terhadap kuat desak dapat dilihat dari Gambar 5.8.



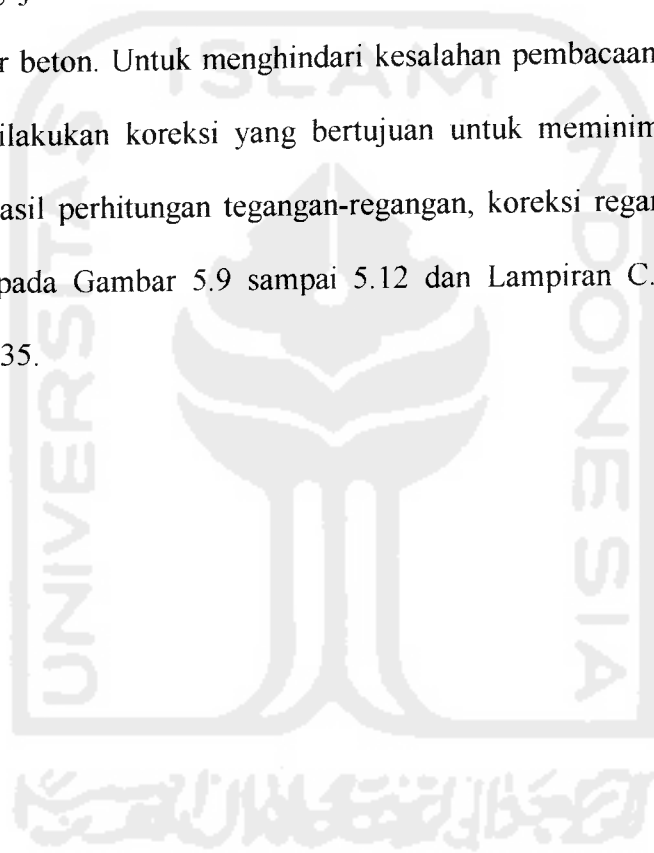
**Gambar 5.8** Prosentase Kuat Geser dan Kuat Desak Beton

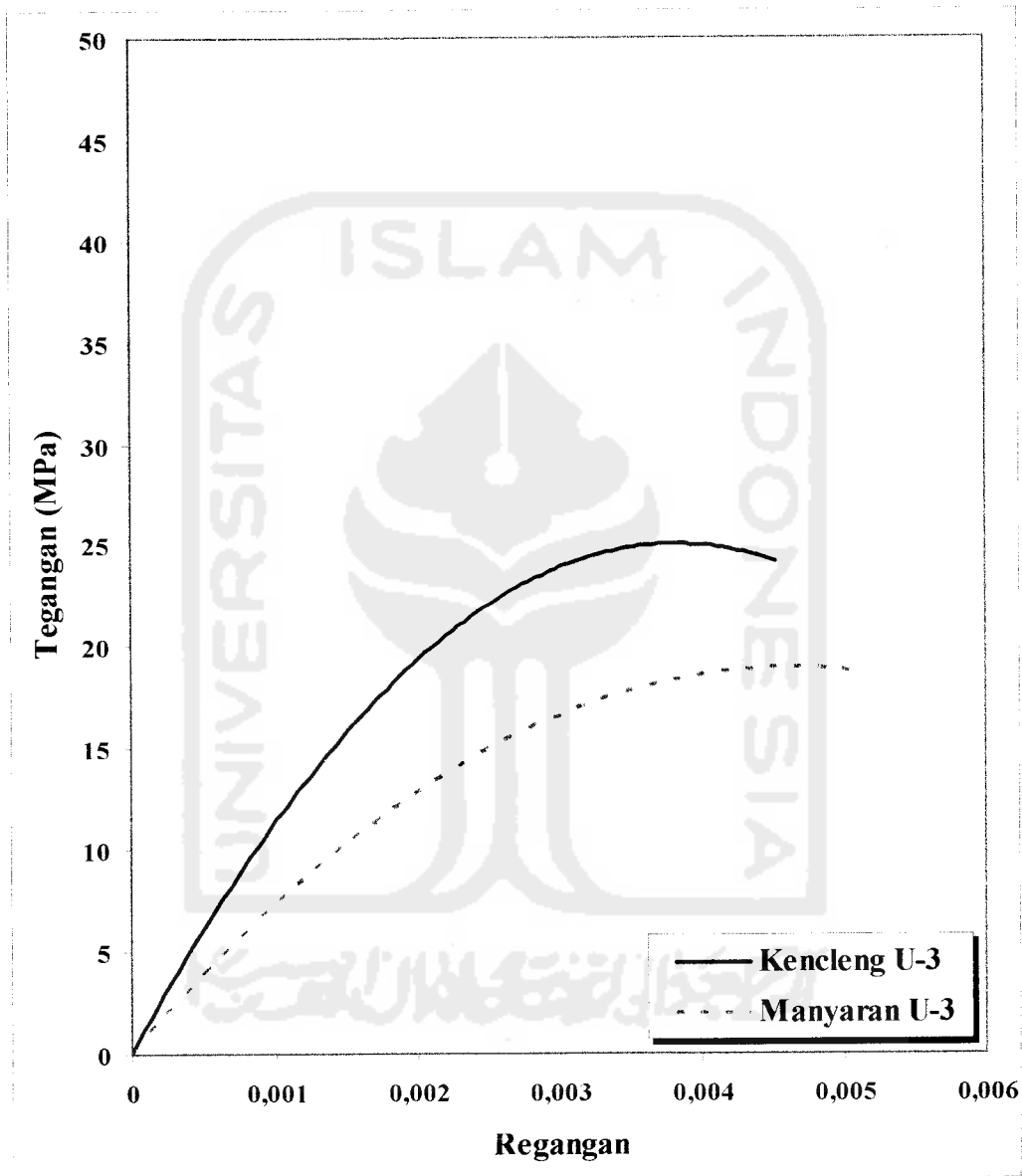
Dari Gambar 5.8 terlihat nilai kuat geser beton beragregat batu Kencleng sebesar 3,540 MPa memiliki prosentase 9,211 % terhadap kuat desaknya, untuk beton beragregat batu Manyaran dengan kuat geser 3,632 MPa memiliki prosentase 13,098 % sedangkan beton kontrol yang beragregat batu Clereng

dengan kuat geser sebesar 4,316 MPa memiliki prosentase terhadap kuat desak 10,596 %.

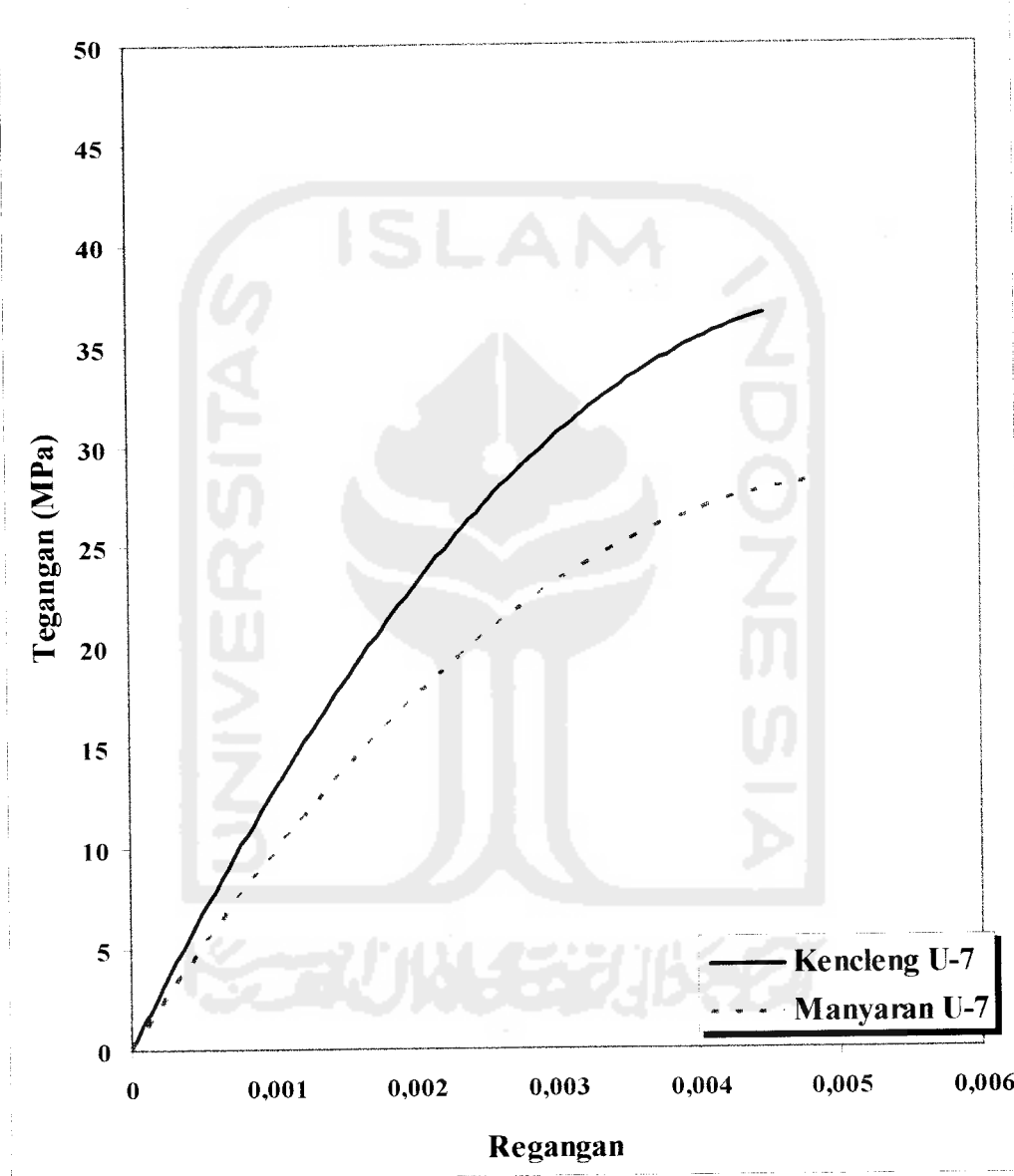
### **5.5 Tegangan - Regangan**

Nilai regangan didapatkan pada kenaikan pembebanan setiap 10 KN pada saat pengujian kuat desak beton dengan tambahan alat ekstensometer pada sampel silinder beton. Untuk menghindari kesalahan pembacaan maka data hasil pengamatan dilakukan koreksi yang bertujuan untuk meminimalkan kesalahan pembacaan. Hasil perhitungan tegangan-regangan, koreksi regangan serta grafik dapat dilihat pada Gambar 5.9 sampai 5.12 dan Lampiran C.7 – 01 sampai dengan C.7 – 35.

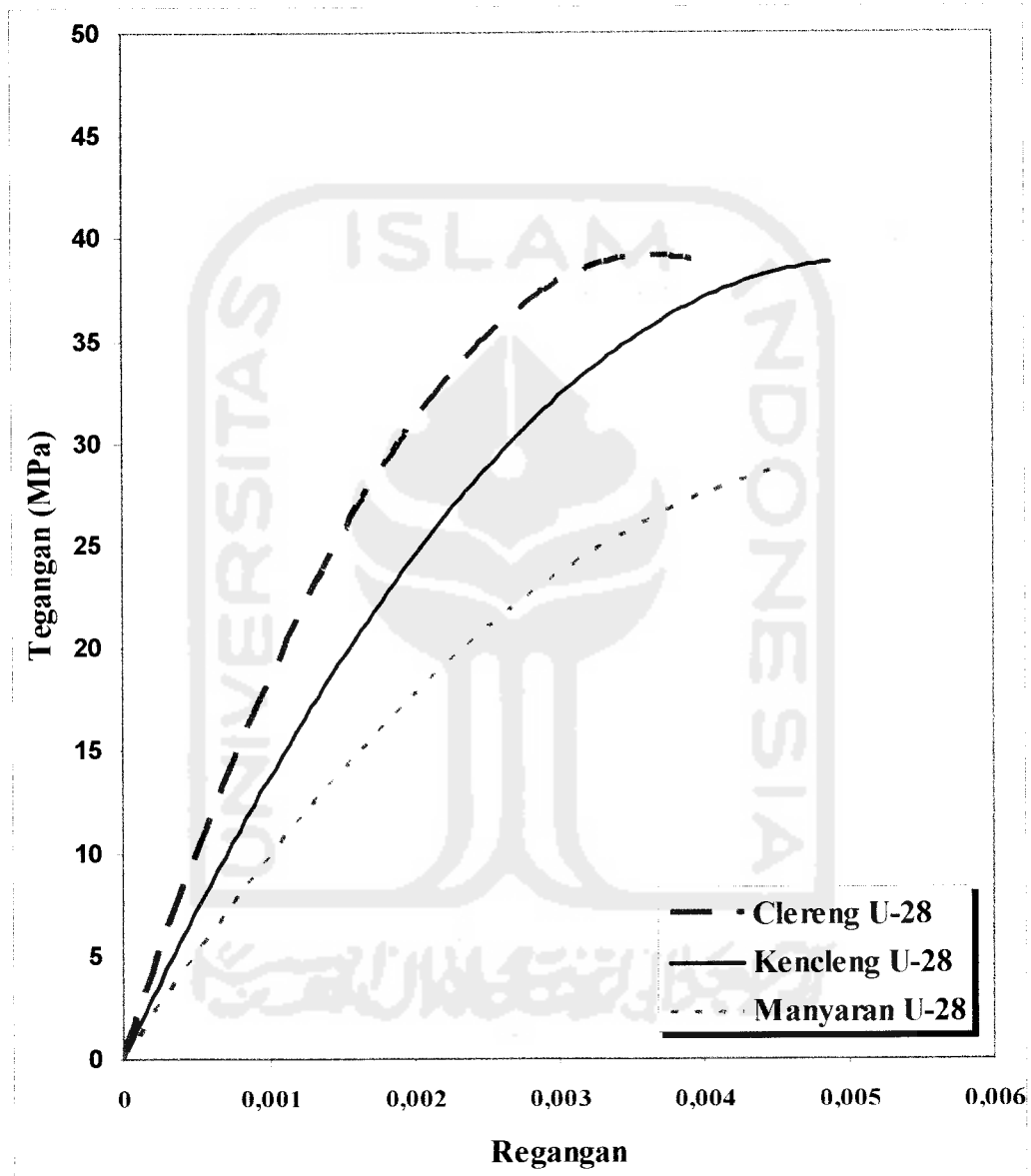




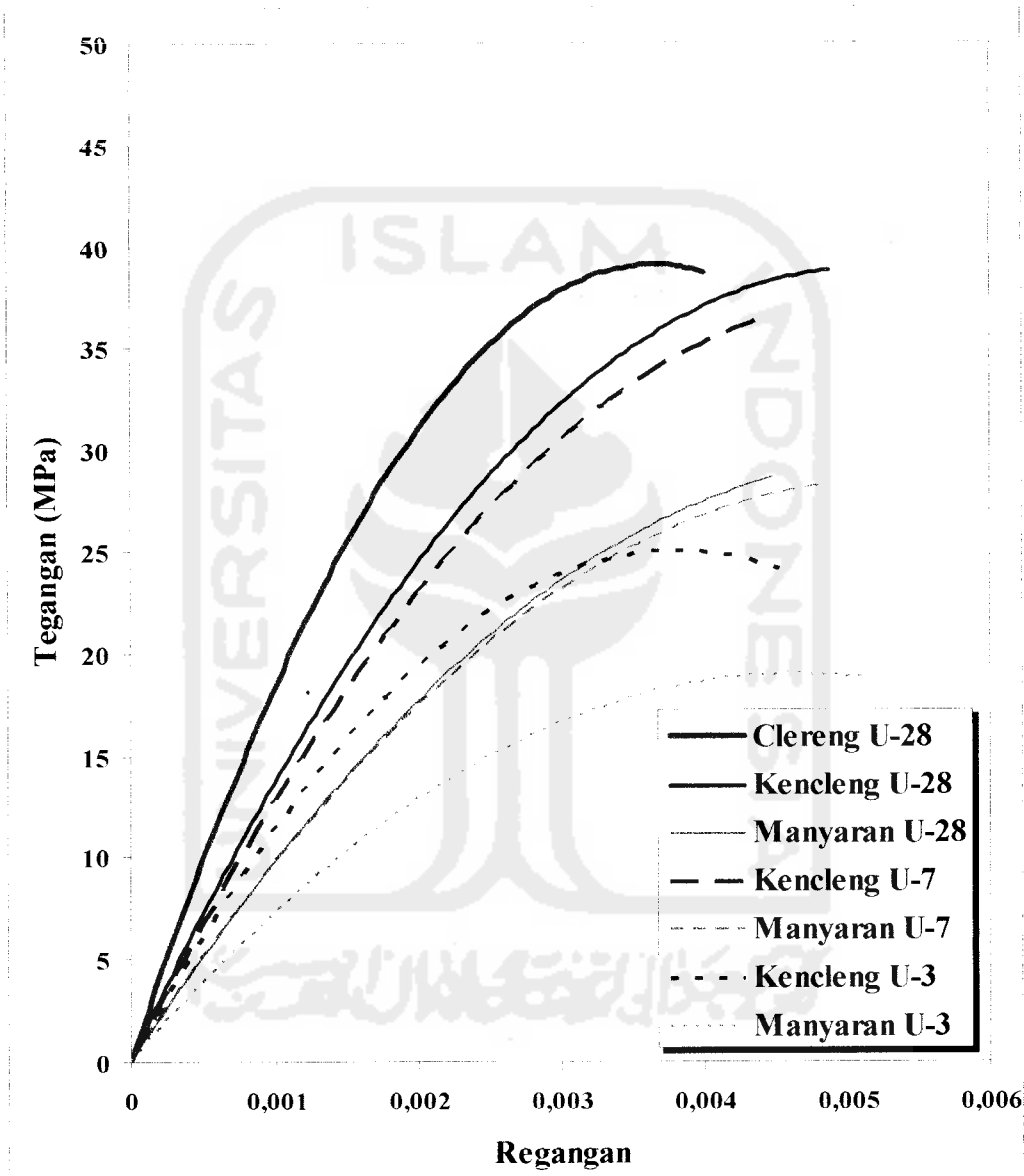
**Gambar 5.9** Grafik Regresi Tegangan-Regangan Beton Batu Kencleng dan Batu Manyaran Umur 3 Hari



**Gambar 5.10** Grafik Regresi Tegangan-Regangan Beton Batu Kencleng dan Batu Manyaran Umur 7 Hari



**Gambar 5.11** Grafik Regresi Tegangan-Regangan Beton Batu Clereng, Batu Kencleng dan Batu Manyaran Umur 28 Hari



**Gambar 5.12** Grafik Regresi Tegangan-Regangan Masing-masing Umur Tiap Batu

Dari Gambar 5.9 dapat dilihat bahwa pada grafik lengkungan regresi tegangan-regangan umur 3 hari beton beragregat batu Kencleng lebih tinggi dari grafik lengkungan regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Manyaran. Pada Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa sama seperti grafik regresi tegangan-regangan umur 3 hari, grafik regresi tegangan-regangan umur 7 hari juga lebih tinggi dari grafik regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Manyaran umur 3 hari. Sedangkan pada Gambar 5.11 yang menunjukkan grafik regresi tegangan-regangan umur 28 hari terlihat bahwa grafik lengkungan regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Clereng lebih tinggi dari grafik regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran. Pada beton beragregat batu Clereng untuk umur 3 dan 7 hari tidak diuji pada penelitian ini. Pada Gambar 5.12 dapat dilihat gabungan grafik regresi tegangan-regangan beton semua umur yaitu 3, 7 dan 28 hari. Dari gambar tersebut terlihat grafik lengkungan regresi tegangan-regangan untuk beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran lebih rendah dari beton beragregat batu Clereng umur 28 hari. Pada grafik regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Kencleng umur 7 dan 28 hari berada diatas grafik regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Manyaran. Untuk grafik regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Kencleng umur 3 hari berada dibawah grafik regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Manyaran umur 7 hari dan 28 hari namun berada diatas grafik regresi tegangan-regangan beton beragregat batu Manyaran umur 3 hari.

Untuk grafik regresi tegangan-regangan pada beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran umur 3 dengan 28 hari terlihat memiliki jarak yang

jauh, sedangkan grafik untuk umur 7 dengan 28 hari terlihat sangat dekat, ini dikarenakan semakin tinggi umur beton maka semakin tinggi pula kekuatannya. Namun untuk perbedaan grafik regresi kelengkungan tegangan-regangan pada beton beragregat batu Clereng dengan beton beragregat batu Kencleng dan Manyaran disebabkan antara lain kekuatan agregat, serapan air dan bentuk agregat. Kekuatan beton dapat dilihat dari grafik tegangan dimana semakin tinggi tegangan-regangan yang terjadi maka semakin tinggi pula kekuatan betonnya. Grafik tegangan-regangan juga menunjukkan tingkat kekakuan beton dimana semakin tinggi dan tegak grafik tegangan-regangan maka semakin tinggi tingkat kekakuannya. Beton kuat tinggi lebih getas sehingga akan hancur pada nilai regangan maksimum yang lebih rendah dibandingkan dengan beton mutu rendah. Dari Gambar 5.9 – 5.12 dapat dinyatakan bahwa beton beragregat batu Clereng dan Kencleng memiliki kekakuan dan kekuatan lebih tinggi dari beton beragregat batu Manyaran karena grafik regresi tegangan-regangan selalu berada diatas grafik regresi tegangan-regangan batu Manyaran.

## 5.6 Modulus Elastis

Modulus elastis adalah sifat yang dimiliki oleh beton yang berhubungan dengan mudah tidaknya beton tersebut mengalami regangan (perpanjangan maupun perpendekan) saat mendapat beban. Semakin besar nilai modulus elastis maka semakin kecil regangan yang terjadi karena nilai modulus elastis berbanding terbalik dengan nilai regangan. Nilai modulus elastis ini akan ditentukan oleh kemiringan kurva pada grafik tegangan-regangan. Dimana kurva ini dipengaruhi



oleh tegangan beton dan regangan beton. Semakin tegak suatu kurva dan memiliki panjang garis linier yang panjang, berarti beton tersebut memiliki kuat desak yang besar pula. Dengan semakin bertambahnya beban maka makin berkurangnya kekakuan material sehingga kurva tidak akan linear lagi. Karena dengan semakin tegaknya kurva perubahan yang terjadi pada sampel sangat kecil sehingga dapat dikatakan sampel dalam keadaan kaku.

Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa modulus elastis rata-rata pada umur beton 28 hari untuk beton yang menggunakan agregat batu Kencleng dan Manyaran sebesar 13458,0056 MPa dan 10051.924 MPa. Modulus elastis beton yang menggunakan agregat kasar batu Kencleng lebih besar sehingga beton lebih kaku dibandingkan dengan modulus elastis beton yang menggunakan batu Manyaran, sedangkan batu Clereng memiliki nilai modulus elastis sebesar 16242,233 MPa maka lebih kaku dari beton beragregat batu Kencleng dan batu Manyaran.

**Tabel 5.6** Modulus Elastis Rata-rata

Jenis Batu	Modulus Elastis Rata-rata ( E )		
	Umur ( Hari )		
	3	7	28
Clereng (MPa)	-	-	16242,233
Kencleng (MPa)	12075,544	12858,398	13458,096
Manyaran (MPa)	7191,887	9183,456	10051,924

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang merupakan hasil dari pengujian beserta pembahasannya dari bab sebelumnya dan saran-saran yang diperlukan untuk penelitian-penelitian selanjutnya berkaitan dengan penelitian ini.

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan akhir dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Nilai kuat desak dengan agregat kasar batu Kencleng (38,814 MPa) lebih besar dari pada beton beragregat batu Manyaran (27,649 MPa) namun kuat desak beton kedua jenis batu putih tersebut lebih kecil dari kuat desak beton kontrol yang menggunakan agregat kasar batu Clereng (40,703 MPa).
2. Kekuatan agregat, serapan air agregat, dan bentuk agregat mempengaruhi kuat desak beton.
3. Pada penelitian ini terlihat bahwa besarnya kuat desak tidak diikuti besarnya kuat tarik, kuat lentur dan kuat geser. Ini terlihat pada beton beragregat batu Kencleng memiliki kuat desak lebih besar dari beton beragregat batu Manyaran namun kuat tarik, kuat lentur, dan kuat gesernya lebih kecil.

4. Batu Kencleng dapat digunakan sebagai agregat kasar pada penyusun beton dengan mutu 25 MPa sedangkan batu Manyaran tidak.
5. Pada nilai modulus elastis, beton beragregat batu Kencleng (13458,096 MPa) lebih besar dari pada yang menggunakan batu Manyaran (10051,924 MPa).

## 6.2 Saran

Berkaitan dengan hasil penelitian yang ada dan keterbatasan, baik dari segi waktu, biaya, dan juga material dalam penelitian ini, maka dapat dikemukakan saran-saran sebagai berikut.

1. Penelitian pengaruh pasta agregat batu putih terhadap berat jenis beton dan mutu beton perlu diadakan.
2. Kecermatan dan ketelitian pada saat pembacaan dial pembebanan diperlukan pada saat pengujian sehingga didapatkan data yang akurat.
3. Air sebaiknya pada saat perendaman tidak mengandung bahan kimia.
4. Perlu diadakan perbandingan acuan antara faktor air semen ( $f_{as}$ ) dengan mutu beton ( $f'_c$ ) untuk menentukan komposisi campuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, W dan Rohman, B. 2002. *Penggunaan Batuan Gunung Kidul dengan Batuan Kali Krasak sebagai Agregat Kasar Beton*. Tugas Akhir. Yogyakarta : JTS. UII.
- Dipohusodo, I. 1991. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ghalib, S. P dan Berty, N. 2004. *Uji Komparasi Beton dengan Agregat Kasar Batu Putih asal Gunung Kidul dan Klaten*. Tugas Akhir. Yogyakarta : JTS. UII.
- James, R Gere dan Stephen P. Timoshenko. 1987. *Mekanika Bahan*, Jakarta : Erlangga.
- Murdock, L. J dan Brook, K. M. 1991. *Bahan dan Praktek Beton*, Jakarta : Erlangga.
- Mosley, W. H dan Bungey, J. H. 1989. *Perencanaan beton Bertulang edisi ketiga*. Jakarta : Erlangga.
- PBI. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 NI-2*
- Popov, E. P. 1984. *Mekanika Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- PUBI. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Di Indonesia*
- Randing dan Lasino, 1994, *Perencanaan Campuran dan Pengendalian Mutu Beton*, Lokarya Penyebar-luasan Standar dan Teknologi Bidang Ke-P.U.-an, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan

Penelitian dan Pengembangan P.U., Departemen Pekerjaan Umum,  
Bandung.

Supramono dan Sugiarto, 1993, *Statistika*. Yogyakarta : Penerbit Andi Offset.

Sugiyono dan Hurriyanto. 2003. *Tinjauan Kuat Desak dan Kuat Belah pada Beton dengan agregat Kasar Batu Kuning*. Tugas Akhir. Yogyakarta : JTS.  
UII.

Tjokrodimulyo, K 1992. *Teknologi Beton*, Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UGM.

Vis, W. C dan Kusuma, G. 1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. PT Gelora Aksara Pratama.

Wahyudi, L dan Syahril, A. 1997. *Struktur Beton Bertulang Standar Baru SNI T-15-1991-03*. Jakarta : PT Gramedia Puataka Utama.

Wang, C dan Salmon, C. G. 1993. *Disain Beton Bertulang, Edisi Keempat Jilid 2*.  
Jakarta : Erlangga.



**LAMPIRAN I**

**SURAT-SURAT BUKTI TUGAS AKHIR**



## KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Agus S Sahputra H	99 511 104	Teknik Sipil
2.	Armanto Suryo N	99 511 308	Teknik Sipil

### JUDUL TUGAS AKHIR

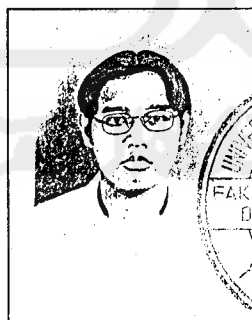
Studi komparasi beton dengan menggunakan agregat kasar batu kencleng asal Gunung Kidul dan batu Manyaran asal Wonogiri

PERIODE KE : IV ( Juni 04 -Nop.04 )  
 TAHUN : 2003 - 2004

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		JUN.	JUL.	AGT.	SEP.	OKT.	NOP
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham, DR,Ir,MT



Jogjakarta , 03.Agustus.2004

a.n. Dekan



H.Munadhir, MS

### Catatan :

Seminar : \_\_\_\_\_

Sidang : \_\_\_\_\_

Pendadaran : \_\_\_\_\_

" KOMPARASI KARAKTERISTIK BETON BERAGREGAT KASAR BATU PUTIH  
 ASAL GUNUNG KIDUL DAN WONOGIRI DENGAN SPLIT ASAL KULON PROGO "



الجامعة الإسلامية الإندونيسية

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 201 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./VI/2004  
 Lamp. : -  
 Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR  
 Periode Ke : : IV ( Juni 04 -Nop.04 )

Jogjakarta, 02 Agustus 2004

Kepada .  
 Yth. Bapak / Ibu : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D  
 di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- |   |               |   |                   |
|---|---------------|---|-------------------|
| 1 | Na m a        | : | Agus S Sahputra H |
|   | No. Mhs.      | : | 99 511 104        |
|   | Bidang Studi  | : | Teknik Sipil      |
|   | Tahun Akademi | : | 2003 - 2004       |
| 2 | Na m a        | : | Armanto Suryo N   |
|   | No. Mhs.      | : | 99 511 308        |
|   | Bidang Studi  | : | Teknik Sipil      |
|   | Tahun Akademi | : | 2003 - 2004       |

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

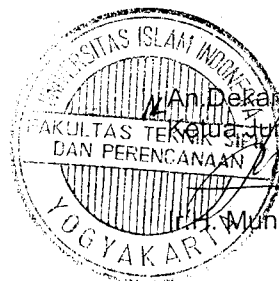
Dosen Pembimbing I	:	Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D
Dosen Pembimbing II	:	Ade Ilham, DR,Ir,MT

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Studi komparasi beton dengan menggunakan agregat kasar batu kencleng asal Gunung Kidul dan batu Manyaran asal Wonogiri
--

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 8/3/2004 7:58:59 AM





  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 201 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn.V/2004  
 Lamp. : -  
 Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR  
 Periode Ke : : IV ( Juni 04 -Nop.04 )

Jogjakarta, 02 Agustus 2004

Kepada .  
 Yth.Bapak / Ibu : Ade Ilham, DR,Ir,MT  
 di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami-mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Nama : Agus S Sahputra H<br>No. Mhs. : 99 511 104<br>Bidang Studi : Teknik Sipil<br>Tahun Akademi : 2003 - 2004 |
| 2 | Nama : Armanto Suryo N<br>No. Mhs. : 99 511 308<br>Bidang Studi : Teknik Sipil<br>Tahun Akademi : 2003 - 2004   |

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	: Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D
Dosen Pembimbing II	: Ade Ilham, DR,Ir,MT

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Studi komparasi beton dengan menggunakan agregat kasar batu kenglung asal Gunung Kidul dan batu Manyaran asal Wonogiri
--

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Tembusan

- 1). Dosen Pembimbing ybs
- 2). Mahasiswa ybs
- 3). Arsip. 8/3/2004 7:58:59 AM



### KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Agus S Sahputra H	99 511 104	Teknik Sipil
2.	Armanto Suryo N	99 511 308	Teknik Sipil

#### JUDUL TUGAS AKHIR

Komparasi Karakteristik Beton Beragregat kasar Batu Putih asal Gunung Kidul dan Wonogiri Dengan Split Asal Kulon Progo

PERIODE KE : IV ( Juni 05 - Nop.05 )

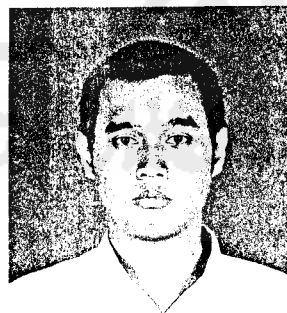
Tahun Akademi : 2004 - 2005

Sampai Akhir Nopember 2005

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		JUN.	JUL.	AGT.	SEP.	OKT.	NOP
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Sarwidi, Ir, H, MSCE, Ph.D

Dosen Pembimbing II : Ade Ilham, DR, Ir, MT




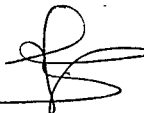






Jogjakarta , 20-Jun-05  
 a.n. Dekan


Ir. H. Munadhir, MS

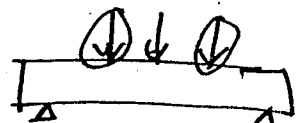
Catatan : \_\_\_\_\_  
 Seminar : \_\_\_\_\_  
 Sidang : \_\_\_\_\_  
 Pendadaran : \_\_\_\_\_

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

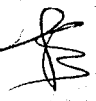
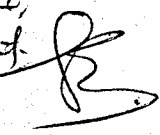
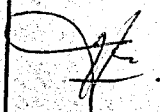
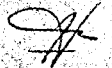



NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
1.	6-09-04	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perbaiki hasil foreksi</li> <li>- buat metode eksperimen lengkap dg cara pengisian nya.</li> </ul>	
2.	14-09-04	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tentukan pembagian jumlah sampel sesuai dg umur usianya.</li> <li>- rencanakan uji lentur &amp; geser murni.</li> <li>- perbaiki lagi metode eksperimen termasuk di dalamnya metode pengujian dll</li> <li>- lihat hasil foreksi pd proposal &amp; perbaiki semua.</li> <li>- lanjut ke ke pemb. I</li> <li>- buat schedule pelaksanaan (lempar S/d lap TA).</li> </ul>	
	11/10/2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perbaiki jadwal, lihat coba biaya SWD</li> <li>- diikutin jadwal dan schedule TA dibuat!</li> <li>- kuliah kelas di bawa</li> </ul>	
	28/10/2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perbaiki? juga diberi nomor urut.</li> <li>- buat hipotesis (pembaca hasil) &amp; kelas lain</li> </ul>	
	01/11/2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baca teori<sup>2</sup> tentang Agregat dan pahan.</li> <li>- Yakinkan referensi penelitian yang terdahulu</li> </ul>	
	6/12/2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daftar pustaka menurut Abjad → DP I &amp; II</li> <li>- untuk seminar → minta penulisan DP II.</li> </ul>	
	9/12/04	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perbaiki hasil foreksi</li> <li>- bisa minor! tentukan waktunya!</li> </ul>	
	10/1/05	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data dianalisis sesuai tujuan yg hendak di capai</li> <li>- Data sampel ke dua bentuk <del>data</del> grafik &amp; tabel</li> </ul>	

Administrasi harap di perbaiki

 9/1.5



CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

O	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
1	<p>61/09/2005</p> <p>08/09/2005</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perbaiki cara penulisan, Gbr. lem. tbl.</li> <li>Gambar tegangan-regangan jadikan satu (Data koreksi regresi)</li> <li>Perbaiki sedikit Gambar</li> <li>Gambarkan &amp; perbaiki <math>\sigma_{cr}</math> vs hasil I, II, vs hasil <math>\sigma_{ys}</math> tabel</li> <li>DP I &amp; Sisi</li> <li>Tunjuk ke DP II</li> </ul>	 
2	08/10/05	<ul style="list-style-type: none"> <li>perbaiki unit Koreksi</li> <li>Langiran harus disebut dan teks</li> <li>Coba hit berat vol beton utk alara fent tarik &amp; Fenley &lt; &amp; mangro.</li> <li>Dalam pembahasan hrs memantukan hasil peneliti lain</li> </ul>	
3	12/10/05	<ul style="list-style-type: none"> <li>Teg-reg, gunakan gbr hasil regresi saja kmd bahas</li> <li>perbaiki hasil koreksi</li> </ul>	
	17/10/05	<ul style="list-style-type: none"> <li>DP2 dipersiapkan utk sidang. observasi</li> </ul>	
	<p>12/12/2005</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kelajini Jts penerapan, diteliti gambar <math>\sigma_{cr}</math> regresi</li> <li>Tunjuk ke DP II</li> </ul>	
	22/11/05	<ul style="list-style-type: none"> <li>lengkap dat. pustaka</li> <li>Scapra pendalaman</li> </ul>	



  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 453 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ IV /2005  
 Lamp. : -  
 Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR  
 Periode Ke : : IV ( Juni 05 - Nop.05 )

Jogjakarta, 20-Jun-05

Kepada :  
 Yth. Bapak / Ibu : Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D  
 di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Na m a : Agus S Sahputra H<br>No. Mhs. : 99 511 104<br>Bidang Studi : Teknik Sipil<br>Tahun Akademi : 2004 - 2005 |
| 2 | Na m a : Armanto Suryo N<br>No. Mhs. : 99 511 308<br>Bidang Studi : Teknik Sipil<br>Tahun Akademi : 2004 - 2005   |

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :


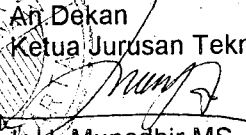
Dosen Pembimbing I	: Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D
Dosen Pembimbing II	: Ade Ilham, DR,Ir,MT
Berlaku Tgl	: <b>Sampai Akhir Nopember 2005</b>

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Komparasi Karakteristik Beton Beragregat kasar Batu Putih asal Gunung Kidul dan Wonogiri Dengan Split Asal Kulon Progo
--

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

  
 An Dekan  
 Ketua Jurusan Teknik Sipil  
  
 Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 6/20/2005 3:40:58 PM



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 453 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ IV /2005  
 Lamp. :  
 Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR  
 Periode Ke : : IV ( Juni 05 - Nop.05 )

Jogjakarta, 20-Jun-05

Kepada .  
 Yth.Bapak / Ibu : Ade Ilham, DR,Ir,MT  
 di -  
 Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- |   |               |   |                   |
|---|---------------|---|-------------------|
| 1 | Na m a        | : | Agus S Sahputra H |
|   | No. Mhs.      | : | 99 511 104        |
|   | Bidang Studi  | : | Teknik Sipil      |
|   | Tahun Akademi | : | 2004 - 2005       |
| 2 | Na m a        | : | Armanto Suryo N   |
|   | No. Mhs.      | : | 99 511 308        |
|   | Bidang Studi  | : | Teknik Sipil      |
|   | Tahun Akademi | : | 2004 - 2005       |

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	Sarwidi,Ir,H,MSCE,Ph.D
Dosen Pembimbing II	:	Ade Ilham, DR,Ir,MT
Berlaku Tgl	:	<b>Sampai Akhir Nopember 2005</b>

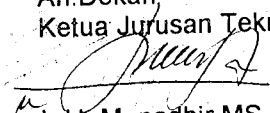
Dengan Mengambil Topik /Judul :

Komparasi Karakteristik Beton Beragregat kasar Batu Putih asal Gunung Kidul dan Wonogiri Dengan Split Asal Kulon Progo

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

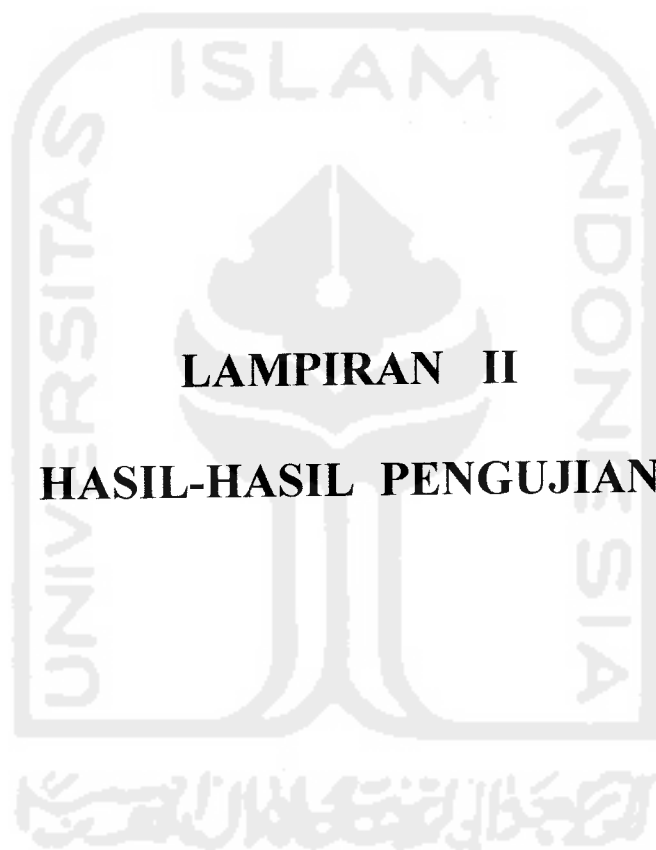
Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan,  
 Ketua Jurusan Teknik Sipil

  
 Ir.H. Munadhir,MS

Tembusan

- 1). Dosen Pembimbing ybs
- 2). Mahasiswa ybs
- 3). Arsip. 6/20/2005 3:40:58 PM





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

Nama benda uji : Pasir Di periksa oleh :  
Asal : Kali Krasak 1. Armanto S N 99 511 308  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir 2. Agus S S Hrp 99 511 104

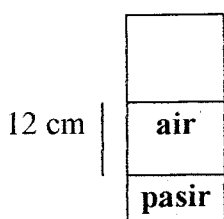
Tanggal : 3 Maret 2005

	Berat
Berat piring (B <sub>p0</sub> )	100 gram
Berat pasir awal (B <sub>0</sub> )	100 gram
Berat piring + pasir (B <sub>p1</sub> )	199 gram
Berat pasir oven (B <sub>1</sub> )	99 gram

$$\text{Kandungan Lumpur} = \frac{B_0 - B_1}{B_0} \times 100\% = 1\%$$

Keterangan :

- Air tetap jernih setelah 14 kali pencampuran / pergantian air.



gelas ukur

Yogyakarta, 14 Maret 2005

Di Syahkan

Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII





  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN ANAISA SARINGAN AGREGAT HALUS**  
**AASHTO T 27 - 74**

Contoh dari : Kali Krasak  
 Di test tanggal : 7 Maret 2005  
 Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :  
 1. Armanto SN  
 2. Agus S S Hrp  
 Diperiksa :  
 Ir. Iskandar S, MT.

No.	Sieve	Berat	Berat	Berat Tertinggal
		tertinggal (gram)	tertinggal ( % )	Kumulatif (%)
1	9.50	-	-	-
2	4.75	3.39	0.34	0.34
3	2.36	117.97	11.80	12.14
4	1.18	264.02	26.40	38.54
5	0.60	244.02	24.40	62.94
6	0.30	154.78	15.48	78.42
7	0.15	146.57	14.66	93.08
8	Pan	69.25	6.93	-
Jumlah		1,000.00	100.00	285.45

Modulus Halus Butir = Berat kumulatif / 100  
 2.85446

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

**Ir. Iskandar S, MT.**

Yogyakarta, 8 Maret 2005

Peneliti  
 1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp



  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN ANAISA SARINGAN AGREGAT KASAR**  
**AASHTO T 27 - 74**

Contoh dari : Clereng, Kulon Progo DIY  
 Di test tanggal : 7 Maret 2005  
 Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :  
 1. Armanto SN  
 2. Agus S S Hrp  
 Diperiksa :  
 Ir. Iskandar S, MT.

Grtadasi Kasar

No.	Sieve	Berat	Berat	Berat Tertinggal
		tertinggal (gram)	tertinggal ( % )	Kumulatif (%)
1	37.50	-	-	-
2	25.20	-	-	-
3	19.00	25.00	2.50	2.50
4	9.50	798.00	79.80	82.30
5	4.75	177.00	17.70	100.00
6	1.20	-	-	100.00
7	0.60	-	-	100.00
8	0.30	-	-	100.00
9	0.15	-	-	100.00
10	P a n			0
Jumlah			100.00	584.80

Modulus Halus Butir = Berat kumulatif / 100  
 5.848

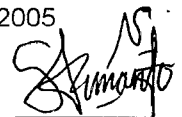
Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

**Ir. Iskandar S, MT.**

Yogyakarta, 8 Maret 2005

Peneliti  
 1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp




**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN ANAISA SARINGAN AGREGAT KASAR**  
**AASHTO T 27 - 74**

Contoh dari : Batu kencleng, Gunung Kidul

Di test tanggal : 7 Maret 2005

Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :

1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp

Diperiksa :

Ir. Iskandar S, MT.

Grtdasi Kasar

No.	Sieve	Berat	Berat	Berat Tertinggal
		tertinggal (gram)	tertinggal ( % )	Kumulatif (%)
1	37.50	-	-	-
2	25.20	-	-	-
3	19.00	13.00	1.30	1.30
4	9.50	934.00	93.40	94.70
5	4.75	53.00	5.30	100.00
6	1.20	-	-	100.00
7	0.60	-	-	100.00
8	0.30	-	-	100.00
9	0.15	-	-	100.00
10	P a n			-
Jumlah			100.00	596.00

Mudulus Halus Butir = Berat kumulatif / 100  
 5.96

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

**Ir. Iskandar S, MT.**

Yogyakarta, 8 Maret 2005

Peneliti

1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp




**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN ANAISA SARINGAN AGREGAT KASAR**  
**AASHTO T 27 - 74**

Contoh dari : Manyaran Wonogiri, Jateng  
 Di test tanggal : 7 Maret 2005  
 Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :  
 1. Armanto SN  
 2. Agus S S Hrp  
 Diperiksa :  
 Ir. Iskandar S, MT.

Grtadasi Kasar

No.	Sieve	Berat tertinggal (gram)	Berat tertinggal ( % )	Berat Tertinggal Komulatif (%)
1	37.50	-	-	-
2	25.20	-	-	-
3	19.00	7.00	0.70	0.70
4	9.50	949.00	94.90	95.60
5	4.75	44.00	4.40	100.00
6	1.20	-	-	100.00
7	0.60	-	-	100.00
8	0.30	-	-	100.00
9	0.15	-	-	100.00
10	P a n			
Jumlah			100.00	596.30

Mudulus Halus Butir = Berat kumulatif / 100  
 5.963

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

**Ir. Iskandar S, MT.**

Yogyakarta, 8 Maret 2005

Peneliti

1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp






LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT (BERAT VOLUME)  
 AGREGAT HALUS**

Nama benda uji : Pasir Kali Krasak Di periksa oleh :  
 Asal : Kali Krasak 1. Armanto S N 99 511 308  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir 2. Agus S S Hrp 99 511 104

Tanggal : 3 Maret 2005

Alat-alat

1. Tabung silinder ( $\emptyset$  15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk  $\emptyset$  16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop, lap dll

	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
Berat tabung ( $W_1$ ), gram	12800	12800	12800
Berat tabung + Agregat kering tungku ( $W_2$ ), gram	21100	21050	21075
Berat Agregat bersih ( $W_3$ ), gram	8300	8250	8275
Volume tabung (V) $cm^3$	5301,44	5301,44	5301,44
Berat isi padat = $\left(\frac{W_3}{V}\right)$ , $\frac{gram}{cm^3}$	1,5656	1,5561	1,5609

Yogyakarta, 14 Maret 2005

Di Syahkan

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT (BERAT VOLUME)**  
**AGREGAT KASAR**

**Nama benda uji** : Batu Clereng **Di periksa oleh** :  
**Asal** : Kulon Progo **1. Armanto S N**      **99 511 308**  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir **2. Agus S S Hrp**      **99 511 104**

**Tanggal : 3 Maret 2005**

Alat-alat

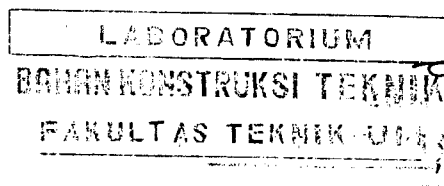
1. Tabung silinder (Ø 15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk Ø 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop, lap dll

	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
<b>Berat tabung (W<sub>1</sub>), gram</b>	12800	12800	128000
<b>Berat tabung + Agregat kering tungku (W<sub>2</sub>), gram</b>	20650	20600	20625
<b>Berat Agregat bersih (W<sub>3</sub>), gram</b>	7850	7800	7825
<b>Volume tabung (V) cm<sup>3</sup></b>	5301,44	5301,44	5301,44
<b>Berat isi padat = <math>\left(\frac{W_3}{V}\right)</math>, gram/cm<sup>3</sup></b>	1,4807	1,4713	1,476

Yogyakarta, 14 Maret 2005

Di Syahkan

Laboratorium BKT FTSP UII





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 (elp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT (BERAT VOLUME)  
 AGREGAT KASAR**

**Nama benda uji** : Batu Kencleng **Di periksa oleh** :  
**Asal** : Gunung Kidul **1. Armanto S N** 99 511 308  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhi **2. Agus S S Hrp** 99 511 104

**Tanggal : 3 Maret 2005**

**Alat-alat**

1. Tabung silinder ( $\emptyset$  15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk  $\emptyset$  16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop, lap dll

	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
Berat tabung ( $W_1$ ), gram	12800	12800	12800
Berat tabung + Agregat kering tungku ( $W_2$ ), gram	20150	20100	20125
Berat Agregat bersih ( $W_3$ ), gram	7350	7300	7325
Volume tabung ( $V$ ) $cm^3$	5301,44	5301,44	5301,44
Berat isi padat = $\left(\frac{W_3}{V}\right)$ , $\frac{gram}{cm^3}$	1.3864	1,3770	1.3817

Yogyakarta, 14 Maret 2005

Di Syahkan

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

*[Handwritten signature]*



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**HASIL PEMERIKSAAN BERAT ISI PADAT (BERAT VOLUME)  
AGREGAT KASAR**

Nama benda uji : Batu Manyaran Di periksa oleh :  
Asal : Wonogiri 1. Armanto S N 99 511 308  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir 2. Agus S S Hrp 99 511 104

Tanggal : 3 Maret 2005

Alat-alat

1. Tabung silinder ( $\varnothing$  15 x t 30) cm
2. Timbangan kap. 20 kg
3. Tongkat penumbuk  $\varnothing$  16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop, lap dll

	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
Berat tabung ( $W_1$ ), gram	12800	12800	12800
Berat tabung + Agregat kering tungku ( $W_2$ ), gram	19900	19950	19925
Berat Agregat bersih ( $W_3$ ), gram	7100	7150	7125
Volume tabung ( $V$ ) $cm^3$	5301,44	5301,44	5301,44
Berat isi padat = $\left(\frac{W_3}{V}\right)$ , $\frac{gram}{cm^3}$	1,3393	1,3487	1,344

Yogyakarta, 14 Maret 2005

Di Syahkan

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA





**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS AGREGAT HALUS**

Contoh dari : Kali Krasak  
Di test tanggal : 7 Maret 2005  
Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh : 1. Armanto SN  
2. Agus S S Hrp  
Diperiksa : Ir. Iskandar S, MT.

No.	Keterangan	Benda Uji		
		I	II	Rata-rata
1	Berat benda uji dalam keadaan SSD (BJ)	500.00 gram	500.00 gram	500.000 gram
2	Berat Vicnometer + air (B)	655.00 gram	661.00 gram	658.000 gram
3	Berat Vicnometer + air + Benda Uji (BT)	981.00 gram	985.00 gram	983.000 gram
4	Berat kering oven (BK)	480.00 gram	489.00 gram	487.500 gram
5	Berat Jenis Bulk = $BK / (B + 500 - BT)$	2.793	2.778	2.786
6	Berat Jenis SSD = $500 / (B + 500 - BT)$	2.874	2.841	2.857
7	Berat Jenis Semu = $BK / (B + BK - BT)$	3.033	2.964	3.001
8	Penyerapan = $(BJ - BK) / BK \times 100 \%$	2.881 %	2.249 %	2.565 %

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Yogyakarta, 8 Maret 2005  
Penelitian

1. Armanto SN  
2. Agus S S Hrp



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Contoh dari : Batu Clereng, Kulon Progo  
Di test tanggal : 3 Maret 2005  
Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh : 1. Armanto SN  
2. Agus S S Hrp  
Diperiksa : Ir. Iskandar S, MT.

No.	Keterangan	Benda Uji		
		I	II	Rata-rata
1	Berat benda uji dalam keadaan SSD (BJ)	1,602.00 gram	1,606.00 gram	1,604.000 gram
2	Berat benda uji dalam air (BA)	1,000.00 gram	1,004.00 gram	1,002.000 gram
3	Berat kering sample (BK)	1,580.00 gram	1,584.00 gram	1,582.000 gram
4	Berat Jenis Bulk = $BK / (BJ - BA)$	2.625 gram	2.631 gram	2.628 gram
5	Berat Jenis SSD = $BJ / (BJ - BA)$	2.661	2.668	2.664
6	Berat Jenis Semu = $BK / (BK - BA)$	2.724	2.731	2.728
7	Penyerapan = $(BJ - BK) / BK \times 100 \%$	1.392 %	1.389 %	1.391 %

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Yogyakarta, 7 Maret 2005  
Penelitian

1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN**  
**BERAT JENIS AGREGAT KASAR**

Contoh dari : Batu kencleng, Gunung Kidul  
Di test tanggal : 3 Maret 2005  
Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh : 1. Armanto SN  
2. Agus S S Hrp  
Diperiksa : Ir. Iskandar S, MT.

No.	Keterangan	Benda Uji		
		I	II	Rata-rata
1	Berat benda uji dalam keadaan SSD (BJ)	1,681.00 gram	1,685.00 gram	1,683.000 gram
2	Berat benda uji dalam air (BA)	1,000.00 gram	1,004.00 gram	1,002.000 gram
3	Berat kering sample (BK)	1,020.00 gram	1,030.00 gram	1,028.000 gram
4	Berat Jenis Bulk = $BK / (BJ - BA)$	2.388	2.394	2.391
5	Berat Jenis SSD = $BJ / (BJ - BA)$	2.468	2.474	2.471
6	Berat Jenis Semu = $BK / (BK - BA)$	2.597	2.604	2.601
7	Penyerapan = $(BJ - BK) / BK \times 100 \%$	3.383 %	3.374 %	3.378 %

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

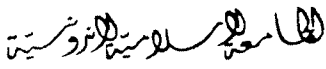
Ir. Iskandar S, MT.

Yogyakarta, 7 Maret 2005  
Penelitian

1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp



  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

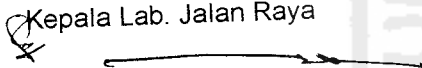
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@fsp.uui.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

## PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Contoh dari : Batu Manyaran, Wonogiri  
 Di test tanggal : 3 Maret 2005  
 Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir



Dikerjakan oleh : 1. Armanto SN  
 2. Agus S S Hrp  
 Diperiksa : Ir. Iskandar S, MT.

No.	Keterangan	Benda Uji		
		I	II	Rata-rata
1	Berat benda uji dalam keadaan SSD (BJ)	1,938.00 gram	1,942.00 gram	1,940.000 gram
2	Berat benda uji dalam air (BA)	1,000.00 gram	1,004.00 gram	1,002.000 gram
3	Berat kering sample (BK)	1,645.00 gram	1,649.00 gram	1,647.000 gram
4	Berat Jenis Bulk = $BK / (BJ - BA)$	1.754	1.758	1.756
5	Berat Jenis SSD = $BJ / (BJ - BA)$	2.066	2.070	2.068
6	Berat Jenis Semu = $BK / (BK - BA)$	2.550	2.557	2.553
7	Penyerapan = $(BJ - BK) / BK \times 100 \%$	17.812 %	17.768 %	17.790 %

Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya  
  
 Ir. Iskandar S, MT.

Yogyakarta, 7 Maret 2005  
 Penelitian

1. Armanto SN  
 2. Agus S S Hrp



  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@fisp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

## PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST) AASHTO T 96 - 77

Contoh dari : Batu Clereng, Kulon Progo  
 Di test tanggal : 7 Maret 2005  
 Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :

1. Armanto SN
2. Agus S S Hrp

Diperiksa :

Ir. Iskandar S, MT.

No	JENIS GRADASI		F	
	SARINGAN		BENDA UJI (gram)	
	LOLOS	TERIAHAN	I	II
1	72.2 mm (3")	63.5 mm ( 2.5" )		
2	63.5 mm ( 2.5" )	50.8 mm ( 2" )		
3	50.8 mm ( 2" )	37.5 mm ( 1.5" )		
4	37.5 mm ( 1.5" )	25.4 mm ( 1" )		
5	25.4 mm ( 1" )	19.0 mm ( 3/4" )	2500	2500
6	19.0 mm ( 3/4" )	12.5 mm ( 0.5" )	2500	2500
7	12.5 mm ( 0.5" )	09.5 mm ( 3/8" )		
8	09.5 mm ( 3/8" )	06.3 mm ( 1/4" )		
9	06.3 mm ( 1/4" )	04.75 mm ( 4" )		
10	04.75 mm ( No.4 )	02.36 mm ( No.8 )		
11	JUMLAH BENDA UJI ( A )		5000	5000
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3890	3885
13	KEAUSAN = (A- B)/A x 100 %		22.2	22.30
14	Rata-rata Keausan		22.25	

Mengetahui

Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

Yogyakarta, 7 Maret 2005

Peneliti,

1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp



  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
 KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
 Email : dekanat@fbsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)**  
**AASHTO T 96 - 77**

Contoh dari : Batu kencleng, Gunung Kidul  
 Di test tanggal : 7 Maret 2005  
 Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :  
 1. Armanto SN  
 2. Agus S S Hrp  
 Diperiksa :  
 Ir. Iskandar S, MT.

No	JENIS GRADASI		F	
	SARINGAN		BENDA UJI (gram)	
	LOLOS	TERTAHAN	I	II
1	72.2 mm (3")	63.5 mm ( 2.5" )		
2	63.5 mm (2.5")	50.8 mm ( 2" )		
3	50.8 mm ( 2" )	37.5 mm ( 1.5" )		
4	37.5 mm ( 1.5" )	25.4 mm ( 1" )		
5	25.4 mm ( 1" )	19.0 mm ( 3/4" )	2500	2500
6	19.0 mm ( 3/4" )	12.5 mm ( 0.5" )	2500	2500
7	12.5 mm ( 0.5" )	09.5 mm ( 3/8" )		
8	09.5 mm ( 3/8" )	06.3 mm ( 1/4" )		
9	06.3 mm ( 1/4" )	04.75 mm ( 4" )		
10	04.75 mm ( No.4 )	02.36 mm ( No.8 )		
11	JUMLAH BENDA UJI ( A )		5000	5000
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3658	3662
13	KEAUSAN = (A- B)/A x 100 %		26.84	26.76
14	Rata-rata Keausan		26.80	



Mengetahui  
 Kepala Lab. Jalan Raya

**Ir. Iskandar S, MT.**

Yogyakarta, 7 Maret 2005  
 Peneliti,

1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN  
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330  
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

**PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)**  
**AASHTO T 96 - 77**

Contoh dari : Batu Manyaran, Wonogiri.  
Di test tanggal : 7 Maret 2005  
Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :  
1. Armanto SN  
2. Agus S S Hrp  
Diperiksa :  
Ir. Iskandar S, MT.

No	JENIS GRADASI		F	
	SARINGAN		BENDA UJI (gram)	
	LOLOS	TERTAHAN	I	II
1	72.2 mm (3")	63.5 mm ( 2.5" )		
2	63.5 mm (2.5")	50.8 mm ( 2" )		
3	50.8 mm ( 2" )	37.5 mm ( 1.5" )		
4	37.5 mm ( 1.5" )	25.4 mm ( 1" )		
5	25.4 mm ( 1" )	19.0 mm ( 3/4" )	2500	2500
6	19.0 mm ( 3/4" )	12.5 mm ( 0.5" )	2500	2500
7	12.5 mm ( 0.5" )	09.5 mm ( 3/8" )		
8	09.5 mm ( 3/8" )	06.3 mm ( 1/4" )		
9	06.3 mm ( 1/4" )	04.75 mm ( 4" )		
10	04.75 mm ( No.4)	02.36 mm ( No.8 )		
11	JUMLAH BENDA UJI ( A )		5000	5000
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		2253	2247
13	KEAUSAN = (A- B)/A x 100 %		54.94	55.06
14	Rata-rata Keausan		55.00	

Mengetahui  
Kepala Lab. Jalan Raya

**Ir. Iskandar S, MT.**

Yogyakarta, 7 Maret 2005  
Peneliti,

1. Armanto SN

2. Agus S S Hrp



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
 DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
 Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 MPa  
 Dibuat Tgl : 08 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 06 - 05 - 2005  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	C28.1	C28.2	C28.3
0	0	0	0
10	1	5	5
20	6	8	9
30	11	12	12
40	16	16	16
50	20	21	21
60	25	25	25
70	29	30	30
80	33	36	34
90	39	40	39
100	45	45	42
110	49	50	47
120	53	53	51
130	58	58	56
140	64	62	60
150	68	67	64
160	74	72	70
170	79	78	74
180	83	81	79
190	89	86	83
200	95	91	87
210	100	95	90
220	106	100	94
230	110	106	98
240	116	115	103

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	C28.1	C28.2	C28.3
250	118	121	106
260	122	125	110
270	128	127	112
280	135	128	116
290	140	135	119
300	148	140	125
310	155	145	129
320	162	147	135
330	170	152	138
340	179	160	143
350	195	165	146
360	201	170	150
370	206	174	155
380	212	177	161
390	220	182	166
400	230	190	170
410	236	198	175
420	247	205	180
430	255	209	184
440	265	214	190
450	275	223	194
460	284	230	198
470	291	235	204
480	300	242	210
490	310	250	215

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana (f'c) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 08 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 06 - 05 - 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Lanjutan

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	C28. 1	C28. 2	C28. 3
500	320	259	220
510	326	265	226
520	340	270	234
530	351	275	240
540	359	281	249
550	372	293	255
560	382	303	261
570	395	310	271
580	409	315	279
590	420	325	286
600	432	335	294
610	449	341	301
620	460	350	308
630	469	365	315
640	477	368	320
650	485	379	330
660	498	390	335
670	515	396	338
680	539	409	345
690	562	420	359

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	C28. 1	C28. 2	C28. 3
700	596	432	370
710	-	445	380
720	-	490	395
730	-	-	410
740	-	-	425
750	-	-	450
760	-	-	462
765	-	-	470

Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	P <sub>maks</sub> KN
	t	D		
C28. 1	30.10	15.10	12.90	700
C28. 2	30.07	15.10	13.00	720
C28. 3	30.12	15.06	13.10	765

Ket :

C28 = silinder beton dengan agregat kasar

batu Clereng umur 28 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308  
2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN**  
**DESAK SILINDER BETON**

**Nama Benda Uji** : Silinder Beton  
**Jenis Beton** : Normal **Mutu Beton Rencana (f'c)** : 25 MPa  
**Dibuat Tgl** : 27 - 04 - 2005 **Ditest Tgl** : 30 - 04 - 2005  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**Tanggal : 10 Mei 2005**

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K3. 1	K3. 2	K3. 3
0	0	0	0
10	6	9	6
20	10	15	12
30	16	23	19
40	23	31	24
50	29	39	30
60	35	46	36
70	43	54	41
80	50	63	49
90	57	70	55
100	65	78	61
110	72	89	69
120	80	98	76
130	89	105	83
140	96	114	90
150	110	123	95
160	116	132	104
170	121	141	109
180	131	150	115
190	134	159	121
200	144	168	130

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K3. 1	K3. 2	K3. 3
210	155	176	140
220	165	190	145
230	172	201	151
240	182	209	159
250	195	220	170
260	203	234	176
270	211	244	195
280	221	255	201
290	232	268	206
300	244	282	215
310	254	295	227
320	270	310	236
330	283	321	244
340	294	336	260
350	310	355	274
360	331	373	286
370	349	386	303
380	370	405	315
390	383	426	329
400	402	450	-
410	424	471	-

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K3. 1	K3. 2	K3. 3
420	456	502	-
430	480	529	-
440	-	558	-
450	-	599	-
460	-	645	-
470	-	682	-
480	-	-	-

Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	P <sub>maks</sub> KN
	t	D		
K3. 1	30.03	15.02	12.7	430
K3. 2	30.01	15.01	12.5	470
K3. 3	30.02	15.00	12.5	390
K3. 4	30.01	15.01	12.4	415
K3. 5	30.02	15.01	12.4	400

Ket :

K3 = silinder beton dengan agregat kasar

batu keneleng umur 3 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

**Dikerjakan Oleh :**

1. Armanto S N            99 511 308  
 2. Agus S S Hrp        99 511 104

**Yogyakarta, 30 Mei 2005**

**Mengetahui**

**Laboratorium BKT FTSP UII,**

BUKU PENGUKUTAN  
 LABORATORIUM BKT FTSP UII  
 30 MEI 2005



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'_c$ ) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 26 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 03 - 05 - 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K7.1	K7.2	K7.3
0	0	0	0
10	4	8	8
20	9	15	14
30	13	22	19
40	20	26	25
50	26	31	31
60	34	37	36
70	41	44	43
80	47	49	50
90	54	56	55
100	60	62	60
110	66	70	65
120	71	75	72
130	78	83	80
140	84	89	84
150	91	95	91
160	97	103	97
170	104	109	104
180	111	115	109
190	115	122	115
200	123	129	124
210	130	135	131
220	135	143	138
230	142	152	145
240	150	159	151
250	156	165	159

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K7.1	K7.2	K7.3
260	163	172	166
270	172	180	175
280	180	191	180
290	185	197	188
300	194	205	196
310	198	210	202
320	204	216	207
330	210	225	214
340	212	231	221
350	226	243	230
360	236	254	240
370	243	260	247
380	251	266	253
390	261	275	261
400	269	285	270
410	276	294	278
420	287	304	285
430	297	313	294
440	307	324	305
450	315	330	314
460	323	340	323
470	329	353	330
480	338	360	332
490	347	372	347
500	360	380	355
510	365	391	369

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UJI



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 (elp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 26 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 03 - 05 - 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Lanjutan

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K7.1	K7.2	K7.3
520	376	404	379
530	389	416	390
540	401	432	398
550	412	442	410
560	425	455	420
570	439	472	432
580	452	488	444
590	465	507	458
600	476	529	475
610	490	-	486
620	502	-	497
630	515	-	510
640	530	-	521
650	545	-	534
660	560	-	549
670	575	-	569
675	615	-	584
680	-	-	593
690	-	-	622
700	-	-	633
705	-	-	645

Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	$P_{maks}$ KN
	t	D		
K7.1	30.10	15.02	12.50	675
K7.2	30.20	15.02	12.50	700
K7.3	30.00	15.13	12.50	705
K7.4	30.06	15.02	12.50	680
K7.5	30.08	15.04	12.40	620

Ket :

K7 - silinder beton dengan agregat kasar  
batu kelengk umur 3 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308  
2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
 Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
 Dibuat Tgl : 09 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 07 - 05 - 2005  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K28. 1	K28. 2	K28. 3
0	0	0	0
10	4	5	6
20	10	12	10
30	15	17	15
40	21	22	21
50	27	29	26
60	32	35	31
70	39	41	36
80	44	47	41
90	51	56	45
100	58	60	52
110	60	66	57
120	62	73	61
130	75	80	67
140	82	87	73
150	88	94	78
160	95	98	84
170	102	105	88
180	106	112	93
190	115	116	98
200	119	122	105
210	122	126	112
220	129	133	117
230	140	140	125
240	145	146	130
250	150	155	138

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K28. 1	K28. 2	K28. 3
260	155	161	143
270	166	168	150
280	170	175	157
290	182	181	163
300	189	190	170
310	265	202	176
320	266	214	180
330	275	215	187
340	290	220	188
350	295	227	195
360	303	235	199
370	305	240	205
380	312	247	215
390	325	256	222
400	335	266	230
410	340	276	236
420	350	286	245
430	359	294	253
440	375	303	265
450	382	310	272
460	390	319	278
470	395	326	286
480	399	335	295
490	405	349	305
500	412	360	312
510	420	375	318

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton

Jenis Beton : Normal

Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 MPa

Dibuat Tgl : 09 - 04 - 2005

Ditest Tgl

: 07 - 05 - 2005

Lanjutan

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	K28. 1	K28. 2	K28. 3
520	432	385	325
530	441	402	335
540	449	416	345
550	456	430	355
560	465	440	365
570	476	456	377
580	486	475	390
590	499	502	406
600	512	525	420
610	525	570	432
620	539	-	444
630	550	-	465
640	562	-	480
650	572	-	496
660	585	-	520
670	595	-	610
680	605	-	-
690	620	-	-
700	635	-	-
710	665	-	-
720	690	-	-
725	730	-	-

Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	$P_{maks}$ KN
	t	D		
K28. 1	32.5	15.06	12.6	725
K28. 2	30.08	15.08	12.5	610
K28. 3	30.04	15.06	12.4	670
K28. 4	31.1	14.97	12.4	670
K28. 5	30.07	15	12.5	690

Ket :

K28 = silinder beton dengan agregat kasar  
batu kelengk umur 28 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308

2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 27 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 30 - 04 - 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	M3. 1	M3. 2	M3. 3
0	0	0	0
10	9	9	8
20	19	20	15
30	26	32	29
40	35	43	37
50	46	54	44
60	56	66	53
70	69	77	65
80	80	90	76
90	93	104	85
100	102	116	98
110	115	128	110
120	128	140	125
130	140	155	140
140	153	171	155
150	162	189	170
160	175	204	191
170	189	221	209
180	204	240	227
190	216	262	245
200	230	283	264
210	245	307	295

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	M3. 1	M3. 2	M3. 3
220	262	330	320
230	279	351	342
240	294	390	370
250	310	429	401
260	327	485	445
270	345	539	492
275	351	590	535
280	366	660	-
290	385	730	-
300	410	770	-
305	424	-	-
310	432	-	-
320	455	-	-
330	480	-	-
340	504	-	-
350	529	-	-
360	550	-	-
370	594	-	-
380	645	-	-
390	695	-	-
400	762	-	-

Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	$P_{maks}$ KN
	t	D		
M3. 1	30.00	15.01	11.90	400
M3. 2	30.02	15.01	12.00	300
M3. 3	30.00	15.00	12.00	275
M3. 4	30.02	15.00	11.90	390
M3. 5	30.02	15.01	11.80	345

Ket :

M3 = silinder beton dengan agregat kasar  
batu manyaran umur 3 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308
2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 26 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 03 - 05 - 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$			Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	M7. 1	M7. 2	M7. 3		M7. 1	M7. 2	M7. 3
0	0	0	0	220	226	206	176
10	9	6	9	230	239	218	184
20	16	13	13	240	251	227	194
30	26	22	21	250	264	240	202
40	37	32	30	260	279	252	215
50	46	45	36	270	293	262	225
60	54	54	45	280	310	275	236
70	65	66	54	290	321	285	247
80	75	75	60	300	339	303	259
90	84	86	69	310	350	306	265
100	95	93	75	320	365	315	269
110	106	104	83	330	380	324	281
120	115	110	90	340	391	340	290
130	125	119	99	350	410	355	305
140	138	128	106	360	429	370	320
150	147	135	115	370	455	387	334
160	159	145	124	380	467	398	340
170	170	153	131	390	488	415	352
180	180	163	140	400	505	435	365
190	193	175	144	410	520	452	385
200	204	186	155	420	538	466	398
210	215	195	165	430	557	485	415

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 26 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 03 - 05 - 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Lanjutan

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^3$			Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	$P_{maks}$ KN
	M7. 1	M7. 2	M7. 3		t	D		
440	582	504	426	M7. 1	30.07	15.05	12.1	480
450	604	520	443	M7. 2	30.15	15.1	12	525
460	630	538	459	M7. 3	30.1	15.08	11.8	495
470	660	565	473	M7. 4	30.12	15.04	11.8	415
480	699	582	486	M7. 5	30.03	15.02	11.7	435
490	-	598	498					
495	-	605	510					
500	-	625	-					
510	-	650	-					
520	-	675	-					
525	-	720	-					

Ket :

M7 - silinder beton dengan agregat kasar  
batu manyaran umur 7 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308
2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

DATA PEMERIKSAAN  
 DESAK SILINDER BETON

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
 Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
 Dibuat Tgl : 26 - 03 - 2005 Ditest Tgl : 23 - 04 - 2005  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	M28. 1	M28. 2	M28. 3
0	0	0	0
10	9	9	8
20	12	18	16
30	25	26	24
40	33	34	32
50	40	39	38
60	50	46	45
70	56	54	54
80	67	62	63
90	74	70	70
100	83	77	78
110	91	86	87
120	103	95	94
130	112	104	104
140	121	112	113
150	130	121	119
160	140	128	129
170	149	139	139
180	159	147	146
190	171	159	158
200	180	169	166
210	192	181	178

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	M28. 1	M28. 2	M28. 3
220	198	191	186
230	219	202	193
240	227	212	206
250	234	224	218
260	244	239	232
270	254	256	243
280	266	271	255
290	277	286	268
300	287	299	274
310	299	322	296
320	311	339	312
330	321	341	326
340	334	382	344
350	344	412	367
360	351	436	384
370	368	461	412
380	376	506	439
390	389	532	456
400	406	-	484
410	416	-	519
420	430	-	552
430	443	-	609

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN**

**DESAK SILINDER BETON**

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
 Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
 Dibuat Tgl : 26 - 03 - 2005 Ditest Tgl : 23 - 04 - 2005  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Lanjutan

Beban KN	Regangan ( $\epsilon$ ) $10^{-3}$		
	M28. 1	M28. 2	M28. 3
440	458	-	672
450	469	-	-
460	484	-	-
470	499	-	-
480	516	-	-
490	533	-	-
500	559	-	-
510	564	-	-
520	583	-	-
530	602	-	-
540	618	-	-
550	639	-	-
560	656	-	-

Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	$P_{maks}$ KN
	t	D		
M28. 1	30.03	14.90	11.70	560
M28. 2	30.02	15.01	11.60	390
M28. 3	30.01	15.01	11.80	440
M28. 4	30.07	15.00	11.80	460
M28. 5	30.05	15.01	11.90	590

Ket :

M28 = silinder beton dengan agregat kasar  
 batu manyaran umur 28 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308  
 2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN  
 TARIK SILINDER BETON**

**Nama Benda Uji** : Silinder Beton  
**Jenis Beton** : Normal **Mutu Beton Rencana ( $f_c$ )** : 25 MPa  
**Dibuat Tgl** : 08 – 04 – 2005 **Ditest Tgl** : 06 – 05 – 2005  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**Tanggal** : 10 Mei 2005

Sampel	Dimensi (cm)		Berat	$P_{maks}$
	t	D	Kg	KN
C28. 1	30.02	14.96	12.8	228
C28. 2	29.9	15.13	12.8	200
C28. 3	30.05	15.07	12.8	275

Ket :

C28 = silinder beton dengan agregat kasar  
 batu Clereng umur 28 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

**Dikerjakan Oleh :**

1. Armanto S N 99 511 308

2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN  
TARIK SILINDER BETON**

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 09 – 04 – 2005 Ditest Tgl : 07 – 05 – 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	$P_{maks}$ KN
	t	D		
K28. 1	30	15.12	12.3	205
K28. 2	30.04	14.98	12.2	170
K28. 3	30	15.04	12.4	228
K28. 4	30.12	15.05	12.3	203
K28. 5	30.07	15.09	12.2	173

Ket :

K28 = silinder beton dengan agregat kasar  
batu kencleng umur 28 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308  
2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui  
Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN  
 TARIK SILINDER BETON**

Nama Benda Uji : Silinder Beton  
 Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 MPa  
 Dibuat Tgl : 26 - 03 - 2005 Ditest Tgl : 23 - 04 - 2005  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Sampel	Dimensi (cm)		Berat	$P_{maks}$
	t	D	Kg	KN
M28. 1	30.02	15.06	12.00	141.91
M28. 2	30.07	15.12	11.90	141.91
M28. 3	30.08	15.04	12.10	118.08
M28. 4	30.02	15.02	12.00	137.70
M28. 5	30.06	15.02	11.90	113.33

Ket :

M28 = silinder beton dengan agregat kasar  
 batu manyaran umur 28 hari

t = tinggi silinder

D = diameter silinder

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308
2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kalurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN  
 LENTUR BALOK BETON**

Nama Benda Uji : Balok Beton  
 Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
 Dibuat Tgl : 06 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 04 - 05 - 2005  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Sampel	Dimensi (cm)			Berat Kg	$P_{maks}$ Kgf
	t	l	p		
C28. 1	10,1	9,90	50	12,4	1047,5
C28. 2	10,01	9,72	49,7	12,3	985
C28. 3	10	9,85	49,8	12,4	1030

Ket :

C28 = balok beton dengan agregat kasar batu clereng umur 28 hari

t = tinggi balok

l = lebar balok

P = panjang balok

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308

2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK *Armas*



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN**  
**LENTUR BALOK BETON**

Nama Benda Uji : Balok Beton  
 Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'_c$ ) : 25 MPa  
 Dibuat Tgl : 06 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 04 - 05 - 2005  
 Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Sampel	Dimensi (cm)			Berat Kg	$P_{maks}$ Kgf
	t	l	p		
K28. 1	10	9,92	50	11,6	827,5
K28. 2	10,1	9,85	49,7	11,6	607,5
K28. 3	10,03	9,5	49,8	12	382

Ket :

K28 = balok beton dengan agregat kasar batu kencleng umur 28 hari

t = tinggi balok

l = lebar balok

P = panjang balok

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308

2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14.4 Jelp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN**  
**LENTUR BALOK BETON**

Nama Benda Uji : Balok Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f'c$ ) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 06 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 04 - 05 - 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Sampel	Dimensi (cm)			Berat Kg	$P_{maks}$ Kgf
	t	l	p		
M28. 1	10,02	9,78	49,6	11,4	770
M28. 2	10,06	9,82	49,8	11,4	850
M28. 3	10,19	10	49,8	11,4	902,5

Ket :

M28 = balok beton dengan agregat kasar batu manyaran umur 28 hari

t = tinggi balok

l = lebar balok

P = panjang balok

Dikerjakan Oleh :

1. Armanto S N 99 511 308

2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
*[Signature]*



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN**  
**GESER BALOK BETON**

**Nama Benda Uji** : Balok Beton  
**Jenis Beton** : Normal **Mutu Beton Rencana (f'c)** : 25 MPa  
**Dibuat Tgl** : 06 – 04 – 2005 **Ditest Tgl** : 04 – 05 – 2005  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**Tanggal : 10 Mei 2005**

Sampel	Dimensi (cm)			Berat	P <sub>maks</sub>
	t	l	p	Kg	KN
C28. 1	10,1	9,90	26,2	6,7	80
C28. 2	10,01	9,72	26	6,8	115
C28. 3	10	9,85	25,8	6,5	60

Ket :

C28 = balok beton dengan agregat kasar batu clereng umur 28 hari

t = tinggi balok

L = lebar balok

P = panjang balok

**Dikerjakan Oleh :**

1. Armanto S N 99 511 308

2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII



LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kalirang Km. 14.4 telp. (0274) 895337, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN  
GESER BALOK BETON**

Nama Benda Uji : Balok Beton  
Jenis Beton : Normal Mutu Beton Rencana ( $f_c$ ) : 25 MPa  
Dibuat Tgl : 06 - 04 - 2005 Ditest Tgl : 04 - 05 - 2005  
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Tanggal : 10 Mei 2005

Sampel	Dimensi (cm)			Berat Kg	$P_{maks}$ KN
	t	l	p		
K28. 1	10	9,92	25,90	6,1	63
K28. 2	10,10	9,85	25,65	5,9	94
K28. 3	10,03	9,5	24,85	6,3	52

Ket :

K28 = balok beton dengan agregat kasar batu kencleng umur 28 hari

t = tinggi balok

l = lebar balok

p = panjang balok

Dikerjakan Oleh :

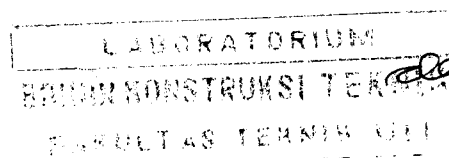
1. Armanto S N 99 511 308

2. Agus S S Hrp 99 511 104

Yogyakarta, 30 Mei 2005

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII,





LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jln. Kaliurang Km. 14,4 (elp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

**DATA PEMERIKSAAN  
 GESER BALOK BETON**

**Nama Benda Uji** : Balok Beton  
**Jenis Beton** : Normal **Mutu Beton Rencana ( $f_c$ )** : 25 MPa  
**Dibuat Tgl** : 06 – 04 – 2005 **Ditest Tgl** : 04 – 05 – 2005  
**Keperluan** : Penelitian Tugas Akhir

**Tanggal : 10 Mei 2005**

Sampel	Dimensi (cm)			Berat Kg	$P_{maks}$ KN
	t	l	p		
M28. 1	10,02	9,78	25,8	6	96
M28. 2	10,06	9,82	25,8	5,9	75
M28. 3	10,19	10	25,6	5,7	45

Ket :

M28 = balok beton dengan agregat kasar batu manyaran umur 28 hari

t = tinggi balok

L = lebar balok

P = panjang balok

**Dikerjakan Oleh :**

1. Armanto S N 99 511 308

2. Agus S S Hrp 99 511 104

**Yogyakarta, 30 Mei 2005**

**Mengetahui**

**Laboratorium BKT FTSP UII,**

LABORATORIUM  
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
 FAKULTAS TEKNIK UII



**LAMPIRAN III**

**HASIL-HASIL PERHITUNGAN**

## PERHITUNGAN MATERIAL PAKAI DENGAN METODE ACI

1) Berdasarkan ketentuan yang telah disyaratkan :

- a. Kuat tekan beton yang disyaratkan  $f_c' = 25$  MPa.
- b. Volume pekerjaan kecil ( $< 1000$  m<sup>3</sup>) dan mutu pekerjaan dianggap baik.
- c. Jenis struktur adalah balok dan kolom gedung, di dalam ruangan dengan keadaan sekeliling non-korosif.
- d. Ukuran maksimum kerikil 20 mm.
- e. Berat satuan kerikil
 

- Kencleng	1,38
- Manyaran	1,34
- Clereng	1,48
- f. Berat jenis kerikil
 

- Kencleng	2,47
- Manyaran	2,07
- Clereng	2,73
- g. Berat Jenis Pasir = 2,86
- h. Modulus Halus Butir Pasir (MHB) = 2,85

2) Dari standar deviasi pada Tabel 3.1 , dengan data volume pekerjaan serta mutu pekerjaan diperoleh  $S_d = 6$  MPa

a. menghitung nilai margin

$$m = 1,64 \times S_d = 1,64 \times 6 = 9,84 \text{ MPa}$$

b. menghitung kuat desak rata-rata

$$f_{cr} = f_c' + m = 25 + 9,84 = 34,84 \text{ MPa}$$

- 3) Dihitung nilai fas dengan Tabel 3.2. dari interpolasi didapat fas = 0,44. dari Tabel 3.3., didapat nilai 0,60 sehingga nilai faktor air semen tetap (fas) pakai = 0,44 (terendah)
- 4) Nilai slump di dapat dari Tabel 3.4 = 75 – 150 mm. Ukuran maksimum agregat ditentukan = 20 mm.

- 5) Berdasar Tabel 3.6., kebutuhan air = 203 liter = 0,203 m<sup>3</sup>

- 6) Jumlah semen yang dibutuhkan

$$W_s = A \cdot fas = 0,203 / 0,44 = 0,461 \text{ ton.}$$

- 7) Dari Tabel 3.7., volume kerikil = 0,605 m<sup>3</sup>.

Dengan berat satuan kerikil 1,38 (kencleng), 1,34 (manyaran) dan 1,48 (Clereng), maka berat kerikil,

$$W_k (\text{Kencleng}) = 1,38 \times 0,605 = 0,8349 \text{ ton}$$

$$W_k (\text{Manyaran}) = 1,34 \times 0,605 = 0,8107 \text{ ton}$$

$$W_k (\text{Clereng}) = 1,48 \times 0,605 = 0,8954 \text{ ton}$$

- 8) Jumlah volume absolute air, semen, kerikil dan udara terperangkap

Kencleng :

$$\begin{aligned} V_a + V_s + V_k + V_u &= 0,203 + (0,461 / 3,15) + (0,8349 / 2,471) + 0,02 \\ &= 0,7072 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume Pasir} = 1 - 0,7072 = 0,2928 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Pasir} = 2,79 \times 0,2928 = 0,8365 \text{ ton}$$

Manyarani :

$$V_a + V_s + V_k + V_u = 0,203 + (0,461 / 3,15) + (0,8107 / 2,068) + 0,02$$

$$= 0,7614 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Pasir} = 1 - 0,7614 = 0,2386 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Pasir} = 2,857 \times 0,2386 = 0,6818 \text{ ton}$$

Clereng :

$$V_a + V_s + V_k + V_u = 0,203 + (0,461 / 3,15) + (0,8954 / 2,728) + 0,02$$

$$= 0,6976 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Pasir} = 1 - 0,6976 = 0,3024 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Pasir} = 2,857 \times 0,3024 = 0,8640 \text{ ton}$$

9) Kontrol hitungan, dengan cara menghitung berat 1 m<sup>3</sup> beton

$$\text{Berat Beton} = W_a + W_s + W_k + W_p$$

$$\text{Berat Beton (kencleng)} = 0,203 + 0,461 + 0,8349 + 0,8365 = 2,3354 \text{ ton}$$

$$\text{Berat Beton (manyanan)} = 0,203 + 0,461 + 0,8107 + 0,6818 = 2,1565 \text{ ton}$$

$$\text{Berat Beton (clereng)} = 0,203 + 0,461 + 0,8954 + 0,8640 = 2,4234 \text{ ton}$$

Perbandingan Kebutuhan 1 m<sup>3</sup>

Kencleng

$$= 0,461 : 0,8365 : 0,8349 = 1 : 1,81 : 1,81$$

Manyanan

$$= 0,461 : 0,6818 : 0,8107 = 1 : 1,48 : 1,76$$

Clereng

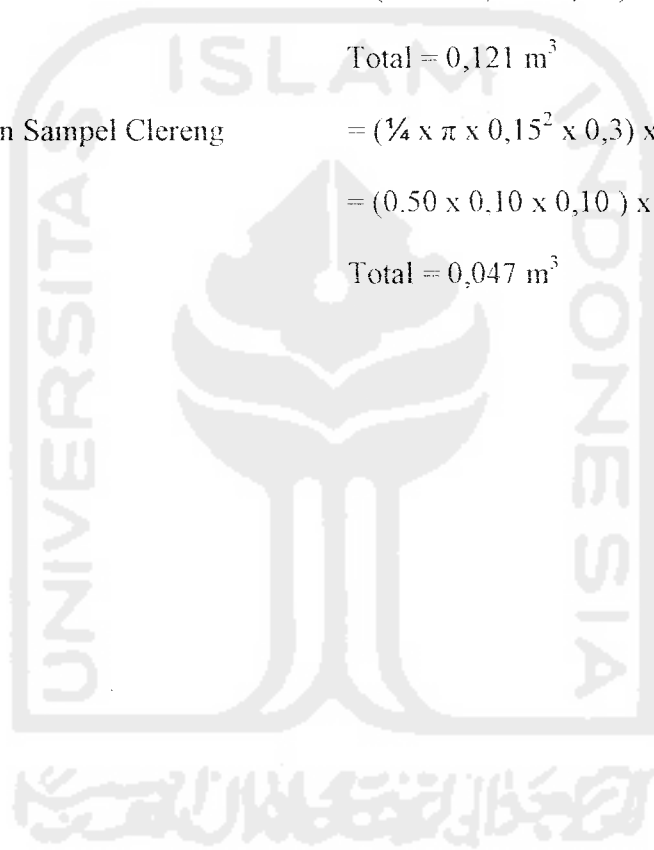
$$= 0,461 : 0,8640 : 0,8954 = 1 : 1,87 : 1,94$$



Kebutuhan Sampel Kencleng  $= (\frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3) \times 20 = 0,106 \text{ m}^3$  (silinder)  
 $= (0,50 \times 0,10 \times 0,10) \times 3 = 0,015 \text{ m}^3$  (persegi)  
 Total =  $0,121 \text{ m}^3$

Kebutuhan Sampel Manyaran  $= (\frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3) \times 20 = 0,106 \text{ m}^3$  (silinder)  
 $= (0,50 \times 0,10 \times 0,10) \times 3 = 0,015 \text{ m}^3$  (persegi)  
 Total =  $0,121 \text{ m}^3$

Kebutuhan Sampel Clereng  $= (\frac{1}{4} \times \pi \times 0,15^2 \times 0,3) \times 6 = 0,032 \text{ m}^3$  (silinder)  
 $= (0,50 \times 0,10 \times 0,10) \times 3 = 0,015 \text{ m}^3$  (persegi)  
 Total =  $0,047 \text{ m}^3$



### Perhitungan Berat Volume Rata-Rata

#### a. Agregat kasar batu Clereng

Desak Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	C28. 1	30.10	15.10	12.90	5392.4365	0.002	2.392
	C28. 2	30.07	15.10	13.00	5387.062	0.002	2.413
	C28. 3	30.12	15.06	13.10	5367.4692	0.002	2.441
Rata-Rata				13.0	5382.3	0.0024	2.4

Tarik Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	C28. 1	30.02	14.96	12.8	5278.8403	0.002	2.425
	C28. 2	29.9	15.13	12.8	5377.912	0.002	2.380
	C28. 3	30.05	15.07	12.8	5362.1089	0.002	2.387
Rata-Rata				12.8	5339.6	0.0024	2.4

Lentur Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)			Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	l	p			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	C28. 1	10.1	9.9	50	12.4	4999.5	0.002	2.480
	C28. 2	10.01	9.72	49.7	12.3	4835.6708	0.003	2.544
	C28. 3	10	9.85	49.8	12.4	4905.3	0.003	2.528
Rata-Rata					12.4	4913.5	0.0025	2.5

#### b. Agregat kasar batu Kencleng

Desak Umur 3 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	K3. 1	30.03	15.02	12.7	5323.0414	0.002	2.386
	K3. 2	30.01	15.01	12.5	5312.4154	0.002	2.353
	K3. 3	30.02	15.00	12.5	5307.1071	0.002	2.355
	K3. 4	30.01	15.01	12.4	5312.4154	0.002	2.334
	K3. 5	30.02	15.01	12.4	5314.1856	0.002	2.333
Rata-Rata				12.5	5313.8	0.0024	2.4

Desak Umur 7 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
		K7.1	30.10			15.02	12.50
K7.2	30.20	15.02	12.50	5353.1752	0.002	2.335	
K7.3	30.00	15.13	12.50	5395.8984	0.002	2.317	
K7.4	30.06	15.02	12.50	5328.3592	0.002	2.346	
K7.5	30.08	15.04	12.40	5346.1132	0.002	2.319	
Rata-Rata				12.5	5351.8	0.0023	2.3

Desak Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
		K28.1	32.5			15.06	12.6
K28.2	30.08	15.08	12.5	5374.5878	0.002	2.326	
K28.3	30.04	15.06	12.4	5353.213	0.002	2.316	
K28.4	31.1	14.97	12.4	5476.0656	0.002	2.264	
K28.5	30.07	15	12.5	5315.9464	0.002	2.351	
Rata-Rata				12.5	5462.3	0.0023	2.3

Tarik Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
		K28.1	30			15.12	12.3
K28.2	30.04	14.98	12.2	5296.4906	0.002	2.303	
K28.3	30	15.04	12.4	5331.8949	0.002	2.326	
K28.4	30.12	15.05	12.3	5360.3435	0.002	2.295	
K28.5	30.07	15.09	12.2	5379.9292	0.002	2.268	
Rata-Rata				12.3	5351.5	0.0023	2.3

Lentur Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)			Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	l	p			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
		K28.1	10	9.92			50	11.6
K28.2	10.1	9.85	49.7	11.6	4944.4045	0.002	2.346	
K28.3	10.03	9.5	49.8	12	4745.193	0.003	2.529	
Rata-Rata					11.7	4883.2	0.0024	2.4

## c. Agregat kasar batu Manyaran

Desak Umur 3 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	M3. 1	30.00	15.01	11.90	5310.6452	0.002	2.241
	M3. 2	30.02	15.01	12.00	5311.3537	0.002	2.259
	M3. 3	30.00	15.00	12.00	5303.5714	0.002	2.263
	M3. 4	30.02	15.00	11.90	5307.1071	0.002	2.242
	M3. 5	30.02	15.01	11.80	5314.1856	0.002	2.220
Rata-Rata				11.9	5309.4	0.0022	2.2

Desak Umur 7 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	M7. 1	30.07	15.05	12.1	5351.4451	0.002	2.261
	M7. 2	30.15	15.1	12	5401.394	0.002	2.222
	M7. 3	30.1	15.08	11.8	5378.1614	0.002	2.194
	M7. 4	30.12	15.04	11.8	5353.2224	0.002	2.204
	M7. 5	30.03	15.02	11.7	5323.0414	0.002	2.198
Rata-Rata				11.9	5361.5	0.0022	2.2

Desak Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat Kg	Volume cm <sup>3</sup>	BV	
		t	D			Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	M28. 1	30.07	15.00	11.80	5315.9464	0.002	2.220
	M28. 2	30.02	15.01	11.60	5314.1856	0.002	2.183
	M28. 3	30.01	15.01	11.80	5312.4154	0.002	2.221
	M28. 4	30.03	14.90	11.70	5238.326	0.002	2.234
	M28. 5	30.05	15.01	11.90	5319.4963	0.002	2.237
Rata-Rata				11.8	5300.1	0.0022	2.2

Tarik Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)		Berat	Volume	BV	
		t	D	Kg	cm <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	M28.1	30.02	15.06	12.00	5349.6489	0.002	2.243
M28.2	30.07	15.12	11.90	5401.3418	0.002	2.203	
M28.3	30.08	15.04	12.10	5346.1132	0.002	2.263	
M28.4	30.02	15.02	12.00	5321.2689	0.002	2.255	
M28.5	30.06	15.02	11.90	5328.3592	0.002	2.233	
Rata-Rata				12.0	5349.3	0.0022	2.2

Lentur Umur 28 Hari	Sampel	Dimensi (cm)			Berat	Volume	BV	
		t	l	p	Kg	cm <sup>3</sup>	Kg/cm <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>
	M28.1	10.02	9.78	49.6	11.4	4860.5818	0.002	2.345
M28.2	10.06	9.82	49.8	11.4	4919.7022	0.002	2.317	
M28.3	10.19	10	49.8	11.4	5074.62	0.002	2.246	
Rata-Rata					11.4	4951.6	0.0023	2.3

$$Volume = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

$$Berat\ Jenis = \frac{Berat}{Volume}$$

Keterangan :

- $t$  = tinggi silinder beton
- $D$  = diameter silinder beton
- $l$  = lebar balok beton
- $p$  = panjang balok beton

### Perhitungan Kuat Desak Rata – Rata

a. Silinder beton dengan agregat kasar batu Clereng umur 28 hari

Sampel	Dimensi (cm)		A	Beban Mak		$f_c'$		Konversi
	t	D	Cm <sup>2</sup>	KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f_c' / 0,4$
C28. 1	30.10	15.10	179.151	700	71380.12	398.4361	39.047	39.046742
C28. 2	30.07	15.10	179.151	720	73419.55	409.82	40.162	40.162363
C28. 3	30.12	15.06	178.203	765	78008.27	437.7499	42.899	42.899492
Rata-rata						415.3354	40.703	40.703

b. Silinder beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 3 hari

Sampel	Dimensi (cm)		A	Beban Mak		$f_c'$		Konversi
	t	D	Cm <sup>2</sup>	KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f_c' / 0,4$
K3. 1	30.03	15.02	177.257	430	43847.79	247.3678	24.242	60.605112
K3. 2	30.01	15.01	177.022	470	47926.65	270.7391	26.532	66.331091
K3. 3	30.02	15.00	176.786	390	39768.92	224.9555	22.046	55.114105
K3. 4	30.01	15.01	177.022	415	42318.21	239.0569	23.428	58.568942
K3. 5	30.02	15.01	177.022	400	40788.64	230.4163	22.581	56.451993
Rata-rata						242.5071	23.766	59.414

c. Silinder beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 7 hari

Sampel	Dimensi (cm)		A	Beban Mak		$f_c'$		Konversi
	t	D	Cm <sup>2</sup>	KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	$f_c' / 0,4$
K7. 1	30.10	15.02	177.257	675	68830.83	388.3099	38.054	58.545189
K7. 2	30.20	15.02	177.257	700	71380.12	402.6918	39.464	60.713529
K7. 3	30.00	15.13	179.863	705	71889.98	399.6924	39.170	60.261309
K7. 4	30.06	15.02	177.257	680	69340.69	391.1863	38.336	58.978857
K7. 5	30.08	15.04	177.730	620	63222.39	355.7219	34.861	53.631917
Rata-rata						387.5205	37.977	58.426

**d. Silinder beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 28 hari**

Sampel	Dimensi (cm)		A Cm <sup>2</sup>	Beban Mak		$f_c'$		Konversi $f_c' / 0,4$
	t	D		KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	
K28.1	32.5	15.06	178.203	725	73929.41	414.861	40.656	40.656381
K28.2**	30.08	15.08	178.676	610	62202.68	348.1302	34.117	34.116762
K28.3	30.04	15.06	178.203	670	68320.97	383.3888	37.572	37.572104
K28.4	31.1	14.97	176.079	670	68320.97	388.0126	38.025	38.025231
K28.5	30.07	15	176.786	690	70360.4	397.9982	39.004	39.003828
Rata-rata						396.065	38.814	38.814

**e. Silinder beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 3 hari**

Sampel	Dimensi (cm)		A Cm <sup>2</sup>	Beban Mak		$f_c'$		Konversi $f_c' / 0,4$
	t	D		KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	
M3.1	30.00	15.01	177.022	400	40788.64	230.4163	22.581	56.451993
M3.2	30.02	15.01	176.927	300	30591.48	172.9044	16.945	42.361569
M3.3	30.00	15.00	176.786	275	28042.19	158.6225	15.545	38.86251
M3.4	30.02	15.00	176.786	390	39768.92	224.9555	22.046	55.114105
M3.5	30.02	15.01	177.022	345	35180.2	198.7341	19.476	48.689844
Rata-rata						197.1265	19.318	48.296

**f. Silinder beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 7 hari**

Sampel	Dimensi (cm)		A Cm <sup>2</sup>	Beban Mak		$f_c'$		Konversi $f_c' / 0,4$
	t	D		KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	
M7.1	30.07	15.05	177.966	480	48946.37	275.0317	26.953	41.466324
M7.2	30.15	15.1	179.151	525	53535.09	298.8271	29.285	45.053933
M7.3	30.1	15.08	178.676	495	50475.94	282.4991	27.685	42.592175
M7.4	30.12	15.04	177.730	415	42318.21	238.1042	23.334	35.898783
M7.5	30.03	15.02	177.257	435	44357.65	250.2442	24.524	37.729122
Rata-rata						268.9413	26.356	40.548

**g. Silinder beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 28 hari**

Sampel	Dimensi (cm)		A Cm <sup>2</sup>	Beban Mak		$f_c'$		Konversi $f_c' / 0,4$
	t	D		KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa	
M28. 1	30.03	14.90	174.436	560	57104.1	327.3634	32.082	32.08161
M28. 2	30.02	15.01	177.022	390	39768.92	224.6559	22.016	22.016277
M28. 3	30.01	15.01	177.022	440	44867.5	253.4579	24.839	24.838877
M28. 4	30.07	15.00	176.786	460	46906.94	265.3322	26.003	26.002552
M28. 5	30.05	15.01	177.022	590	60163.24	339.864	33.307	33.306676
Rata-rata						282.1347	27.649	27.649

**Catatan :**

\*\* = sampel dianggap gagal

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$f_c' = \frac{P_{mak}}{A_c}$$

1 KN = 101.9716 Kg

1 Kg/cm<sup>2</sup> = 0.098 MPa

**Keterangan :**

$f_c'$  = kuat desak beton

A = luas tampang silinder beton

t = tinggi silinder beton

D = diameter silinder beton



### Perhitungan Kuat Tarik Beton Rata - Rata

#### a. Silinder beton dengan agregat kasar batu Clereng umur 28 hari

Sampel	Dimensi (cm)		Beban Maks		ft	
	t	D	KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
C28. 1	30.02	14.96	228	23249.525	32.944	3.229
C28. 2	29.9	15.13	200	20394.32	28.688	2.811
C28. 3	30.05	15.07	275	28042.19	39.406	3.862
Rata-rata					33.679	3.301

#### b. Silinder beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 28 hari

Sampel	Dimensi (cm)		Beban Maks		ft	
	t	D	KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
K28. 1	30	15.12	205	20904.178	29.327	2.874
K28. 2	30.04	14.98	170	17335.172	24.514	2.402
K28. 3	30	15.04	228	23249.525	32.791	3.213
K28. 4	30.12	15.05	203	20700.235	29.060	2.848
K28. 5	30.07	15.09	173	17641.087	24.740	2.425
Rata-rata					28.086	2.752

#### c. Silinder beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 28 hari

Sampel	Dimensi (cm)		Beban Maks		ft	
	t	D	KN	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Mpa
M28. 1	30.02	15.06	248	25288.957	35.596	3.488
M28. 2	30.07	15.12	208	21210.093	29.687	2.909
M28. 3	30.08	15.04	240	24473.184	34.425	3.374
M28. 4	30.02	15.02	197	20088.405	28.351	2.778
M28. 5	30.06	15.02	221	22535.724	31.763	3.113
Rata-rata					31.964	3.132

$$f_t = \frac{2 \times P}{\pi \times t \times D}$$

Keterangan :

$f_t$	= kuat tarik beton	$P$	= beban maksimum
$t$	= tinggi silinder beton	$D$	= diameter silinder beton
1 KN	= 101.9716 Kg	1 Kg/cm <sup>2</sup>	= 0.098 MPa

### Perhitungan Kuat Lentur Beton

a. Balok beton dengan agregat kasar batu Clereng umur 28 hari

Sampel	Dimensi			P <sub>maks</sub>	$\sigma_{lt}$
	h	b	L		
	cm	cm	cm	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
C28.1	10.1	9.9	40	1047.5	62.2339
C28.2	10.01	9.72	40	985	60.6810
C28.3	10	9.85	40	1030	62.7411
Kuat Lentur Rata-Rata					61.8854

b. Balok beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 28 hari

Sampel	Dimensi			P <sub>maks</sub>	$\sigma_{lt}$
	h	b	L		
	cm	cm	cm	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
K28.1	10	9.92	40	827.5	50.0504
K28.2	10.1	9.85	40	607.5	36.2759
K28.3	10.03	9.5	40	382	23.9822
Kuat Lentur Rata-Rata					36.7695

c. Balok beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 28 hari

Sampel	Dimensi			P <sub>maks</sub>	$\sigma_{lt}$
	h	b	L		
	cm	cm	cm	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
M28.1	10.02	9.78	40	770	47.0509
M28.2	10.06	9.82	40	850	51.3172
M28.3	10.19	10	40	902.5	52.1495
Kuat Lentur Rata-Rata					50.1725

$$\sigma_u = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2}$$

Keterangan :

*P* = beban maksimum                      *L* = jarak tumpuan  
*b* = lebar balok                              *h* = tinggi balok

### Perhitungan Kuat Geser Beton Rata-Rata

#### a. Balok beton dengan agregat kasar batu Clereng umur 28 hari

Sampel	Dimensi			Berat	A	P <sub>maks</sub>		τ
	t	l	p			KN	N	
	cm	cm	cm	Kg	mm <sup>2</sup>			N/mm <sup>2</sup>
C28.1	10.1	9.9	26.2	6.7	9999	80	80000	4.0004
C28.2	10.01	9.72	26	6.8	9729.72	115	115000	5.9097
C28.3	10	9.85	25	6.5	9850	60	60000	3.0457
Rata - Rata						85	85000	4.3186

#### b. Balok beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 28 hari

Sampel	Dimensi			Berat	A	P <sub>maks</sub>		τ
	t	l	p			KN	N	
	cm	cm	cm	Kg	mm <sup>2</sup>			N/mm <sup>2</sup>
K28.1	10	9.92	25.9	6.1	9920	63	63000	3.1754
K28.2	10.1	9.85	26.25	5.9	9948.5	94	94000	4.7243
K28.3	10.03	9.5	24.85	6.3	9528.5	52	52000	2.7287
Rata - Rata						69.6667	69666.6667	3.5428

#### c. Balok beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 28 hari

Sampel	Dimensi			Berat	A	P <sub>maks</sub>		τ
	t	l	p			KN	N	
	cm	cm	cm	Kg	mm <sup>2</sup>			N/mm <sup>2</sup>
M28.1	10.02	9.78	25.8	6	9799.56	96	96000	4.8982
M28.2	10.06	9.82	25.8	5.9	9878.92	75	75000	3.7960
M28.3	10.19	10	25.6	5.7	10190	45	45000	2.2080
Rata - Rata						72	72000	3.6341

$$\tau = \frac{P}{2A}$$

Keterangan :

τ = kuat geser

A = luas bidang geser

l = lebar balok beton

P = beban maksimum

t = tinggi balok beton

## Perhitungan Grafik Tegangan-Regangan

a. Silinder beton beragregat kasar batu Clereng umur 28 hari sampel 1

m	Beban	C28. 01	L=15 cm	A=179,1507	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta l$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )				
1	10	1	0,067	5,582	0,267	0,333	0,111	5,835
2	20	6	0,400	11,164	0,267	0,667	0,444	11,626
3	30	11	0,733	16,746	0,267	1,000	1,000	17,371
4	40	16	1,067	22,328	0,267	1,333	1,778	23,072
5	50	20	1,333	27,909	0,267	1,600	2,560	27,601
6	60	25	1,667	33,491	0,267	1,933	3,738	33,221
7	70	29	1,933	39,073	0,267	2,200	4,840	37,685
8	80	33	2,200	44,655	0,267	2,467	6,084	42,120
9	90	39	2,600	50,237	0,267	2,867	8,218	48,719
10	100	45	3,000	55,819	0,267	3,267	10,671	55,254
11	110	49	3,267	61,401	0,267	3,533	12,484	59,574
12	120	53	3,533	66,983	0,267	3,800	14,440	63,866
13	130	58	3,867	72,565	0,267	4,133	17,084	69,191
14	140	64	4,267	78,146	0,267	4,533	20,551	75,521
15	150	68	4,533	83,728	0,267	4,800	23,040	79,706
16	160	74	4,933	89,310	0,267	5,200	27,040	85,928
17	170	79	5,267	94,892	0,267	5,533	30,618	91,065
18	180	83	5,533	100,474	0,267	5,800	33,640	95,142
19	190	89	5,933	106,056	0,267	6,200	38,440	101,203
20	200	95	6,333	111,638	0,267	6,600	43,560	107,200
21	210	100	6,667	117,220	0,267	6,933	48,071	112,148
22	220	106	7,067	122,802	0,267	7,333	53,778	118,027
23	230	110	7,333	128,384	0,267	7,600	57,760	121,910
24	240	116	7,733	133,965	0,267	8,000	64,000	127,682
25	250	118	7,867	139,547	0,267	8,133	66,151	129,591
26	260	122	8,133	145,129	0,267	8,400	70,560	133,388
27	270	128	8,533	150,711	0,267	8,800	77,440	139,030
28	280	135	9,000	156,293	0,267	9,267	85,871	145,532
29	290	140	9,333	161,875	0,267	9,600	92,160	150,121
30	300	148	9,867	167,457	0,267	10,133	102,684	157,372
31	310	155	10,333	173,039	0,267	10,600	112,360	163,622
32	320	162	10,800	178,621	0,267	11,067	122,471	169,784
33	330	170	11,333	184,202	0,267	11,600	134,560	176,720
34	340	179	11,933	189,784	0,267	12,200	148,840	184,384
35	350	195	13,000	195,366	0,267	13,267	176,004	197,653
36	360	201	13,400	200,948	0,267	13,667	186,778	202,510
37	370	206	13,733	206,530	0,267	14,000	196,000	206,508
38	380	212	14,133	212,112	0,267	14,400	207,360	211,247
39	390	220	14,667	217,694	0,267	14,933	223,004	217,466
40	400	230	15,333	223,276	0,267	15,600	243,360	225,077
41	410	236	15,733	228,858	0,267	16,000	256,000	229,558
42	420	247	16,467	234,439	0,267	16,733	280,004	237,606

## a. Lanjutan Silinder beton beragregat kasar batu Clereng umur 28 hari sampel 1

43	430	255	17,000	240,021	0,267	17,267	298,138	243,323
44	440	265	17,667	245,603	0,267	17,933	321,604	250,307
45	450	275	18,333	251,185	0,267	18,600	345,960	257,112
46	460	284	18,933	256,767	0,267	19,200	368,640	263,084
47	470	291	19,400	262,349	0,267	19,667	386,778	267,628
48	480	300	20,000	267,931	0,267	20,267	410,738	273,341
49	490	310	20,667	273,513	0,267	20,933	438,204	279,519
50	500	320	21,333	279,095	0,267	21,600	466,560	285,518
51	510	326	21,733	284,677	0,267	22,000	484,000	289,032
52	520	340	22,667	290,258	0,267	22,933	525,938	296,978
53	530	351	23,400	295,840	0,267	23,667	560,111	302,976
54	540	359	23,933	301,422	0,267	24,200	585,640	307,202
55	550	372	24,800	307,004	0,267	25,067	628,338	313,824
56	560	382	25,467	312,586	0,267	25,733	662,204	318,711
57	570	395	26,333	318,168	0,267	26,600	707,560	324,798
58	580	409	27,267	323,750	0,267	27,533	758,084	331,013
59	590	420	28,000	329,332	0,267	28,267	799,004	335,651
60	600	432	28,800	334,914	0,267	29,067	844,871	340,463
61	610	449	29,933	340,495	0,267	30,200	912,040	346,837
62	620	460	30,667	346,077	0,267	30,933	956,871	350,686
63	630	469	31,267	351,659	0,267	31,533	994,351	353,674
64	640	477	31,800	357,241	0,267	32,067	1028,271	356,208
65	650	485	32,333	362,823	0,267	32,600	1062,760	358,627
66	660	498	33,200	368,405	0,267	33,467	1120,018	362,314
67	670	515	34,333	373,987	0,267	34,600	1197,160	366,678
68	680	539	35,933	379,569	0,267	36,200	1310,440	371,958
69	690	562	37,467	385,151	0,267	37,733	1423,804	376,049
70	700	596	39,733	390,732	0,267	40,000	1600,000	380,360

## b. Silinder beton beragregat kasar batu Clereng umur 28 hari sampel 2

M	Beban	C28. 01	L=15 cm	A=179,1507	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta l$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )		$10^{-3}$	$10^{-6}$	MPa ( $10^{-1}$ )
1	10	5	0,333	5,582	-0,133	0,200	0,040	4,116
2	20	8	0,533	11,164	-0,133	0,400	0,160	8,212
3	30	12	0,800	16,746	-0,133	0,667	0,444	13,642
4	40	16	1,067	22,328	-0,133	0,933	0,871	19,038
5	50	21	1,400	27,909	-0,133	1,267	1,604	25,733
6	60	25	1,667	33,491	-0,133	1,533	2,351	31,050
7	70	30	2,000	39,073	-0,133	1,867	3,484	37,646
8	80	36	2,400	44,655	-0,133	2,267	5,138	45,489
9	90	40	2,667	50,237	-0,133	2,533	6,418	50,674
10	100	45	3,000	55,819	-0,133	2,867	8,218	57,106
11	110	50	3,333	61,401	-0,133	3,200	10,240	63,483
12	120	53	3,533	66,983	-0,133	3,400	11,560	67,283
13	130	58	3,867	72,565	-0,133	3,733	13,938	73,573
14	140	62	4,133	78,146	-0,133	4,000	16,000	78,565
15	150	67	4,467	83,728	-0,133	4,333	18,778	84,756
16	160	72	4,800	89,310	-0,133	4,667	21,778	90,891
17	170	78	5,200	94,892	-0,133	5,067	25,671	98,182
18	180	81	5,400	100,474	-0,133	5,267	27,738	101,798
19	190	86	5,733	106,056	-0,133	5,600	31,360	107,780
20	200	91	6,067	111,638	-0,133	5,933	35,204	113,708
21	210	95	6,333	117,220	-0,133	6,200	38,440	118,410
22	220	100	6,667	122,802	-0,133	6,533	42,684	124,239
23	230	106	7,067	128,384	-0,133	6,933	48,071	131,162
24	240	115	7,667	133,965	-0,133	7,533	56,751	141,397
25	250	121	8,067	139,547	-0,133	7,933	62,938	148,122
26	260	125	8,333	145,129	-0,133	8,200	67,240	152,561
27	270	127	8,467	150,711	-0,133	8,333	69,444	154,768
28	280	128	8,533	156,293	-0,133	8,400	70,560	155,868
29	290	135	9,000	161,875	-0,133	8,867	78,618	163,507
30	300	140	9,333	167,457	-0,133	9,200	84,640	168,897
31	310	145	9,667	173,039	-0,133	9,533	90,884	174,232
32	320	147	9,800	178,621	-0,133	9,667	93,444	176,351
33	330	152	10,133	184,202	-0,133	10,000	100,000	181,610
34	340	160	10,667	189,784	-0,133	10,533	110,951	189,910
35	350	165	11,000	195,366	-0,133	10,867	118,084	195,026
36	360	170	11,333	200,948	-0,133	11,200	125,440	200,088
37	370	174	11,600	206,530	-0,133	11,467	131,484	204,097
38	380	177	11,800	212,112	-0,133	11,667	136,111	207,081
39	390	182	12,133	217,694	-0,133	12,000	144,000	212,011
40	400	190	12,667	223,276	-0,133	12,533	157,084	219,785
41	410	198	13,200	228,858	-0,133	13,067	170,738	227,418
42	420	205	13,667	234,439	-0,133	13,533	183,151	233,982
43	430	209	13,933	240,021	-0,133	13,800	190,440	237,685
44	440	214	14,267	245,603	-0,133	14,133	199,751	242,264
45	450	223	14,867	251,185	-0,133	14,733	217,071	250,368
46	460	230	15,333	256,767	-0,133	15,200	231,040	256,548

*b. Lanjutan Silinder beton beragregat kasar batu Clereng umur 28 hari sampel 2*

47	470	235	15,667	262,349	-0,133	15,533	241,284	260,897
48	480	242	16,133	267,931	-0,133	16,000	256,000	266,893
49	490	250	16,667	273,513	-0,133	16,533	273,351	273,614
50	500	259	17,267	279,095	-0,133	17,133	293,551	281,007
51	510	265	17,667	284,677	-0,133	17,533	307,418	285,838
52	520	270	18,000	290,258	-0,133	17,867	319,218	289,803
53	530	275	18,333	295,840	-0,133	18,200	331,240	293,713
54	540	281	18,733	301,422	-0,133	18,600	345,960	298,332
55	550	293	19,533	307,004	-0,133	19,400	376,360	307,335
56	560	303	20,200	312,586	-0,133	20,067	402,671	314,596
57	570	310	20,667	318,168	-0,133	20,533	421,618	319,548
58	580	315	21,000	323,750	-0,133	20,867	435,418	323,020
59	590	325	21,667	329,332	-0,133	21,533	463,684	329,799
60	600	335	22,333	334,914	-0,133	22,200	492,840	336,358
61	610	341	22,733	340,495	-0,133	22,600	510,760	340,188
62	620	350	23,333	346,077	-0,133	23,200	538,240	345,786
63	630	365	24,333	351,659	-0,133	24,200	585,640	354,720
64	640	368	24,533	357,241	-0,133	24,400	595,360	356,448
65	650	379	25,267	362,823	-0,133	25,133	631,684	362,614
66	660	390	26,000	368,405	-0,133	25,867	669,084	368,514
67	670	396	26,400	373,987	-0,133	26,267	689,938	371,621
68	680	409	27,267	379,569	-0,133	27,133	736,218	378,081
69	690	420	28,000	385,151	-0,133	27,867	776,551	383,258
70	700	432	28,800	390,732	-0,133	28,667	821,778	388,603
71	710	445	29,667	396,314	-0,133	29,533	872,218	394,037
72	720	490	32,667	401,896	-0,133	32,533	1058,418	409,986

## c. Silinder beton beragregat kasar batu Clereng umur 28 hari sampel 3

m	Beban	C28. 03	L=15 cm	A=178,2028	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^1$ )				
1	10	5	0,333	5,612	-0,067	0,267	0,071	6,111
2	20	9	0,600	11,223	-0,067	0,533	0,284	12,180
3	30	12	0,800	16,835	-0,067	0,733	0,538	16,706
4	40	16	1,067	22,446	-0,067	1,000	1,000	22,703
5	50	21	1,400	28,058	-0,067	1,333	1,778	30,142
6	60	25	1,667	33,669	-0,067	1,600	2,560	36,046
7	70	30	2,000	39,281	-0,067	1,933	3,738	43,369
8	80	34	2,267	44,893	-0,067	2,200	4,840	49,181
9	90	39	2,600	50,504	-0,067	2,533	6,418	56,387
10	100	42	2,800	56,116	-0,067	2,733	7,471	60,680
11	110	47	3,133	61,727	-0,067	3,067	9,404	67,784
12	120	51	3,400	67,339	-0,067	3,333	11,111	73,420
13	130	56	3,733	72,951	-0,067	3,667	13,444	80,407
14	140	60	4,000	78,562	-0,067	3,933	15,471	85,951
15	150	64	4,267	84,174	-0,067	4,200	17,640	91,453
16	160	70	4,667	89,785	-0,067	4,600	21,160	99,629
17	170	74	4,933	95,397	-0,067	4,867	23,684	105,028
18	180	79	5,267	101,008	-0,067	5,200	27,040	111,719
19	190	83	5,533	106,620	-0,067	5,467	29,884	117,026
20	200	87	5,800	112,232	-0,067	5,733	32,871	122,291
21	210	90	6,000	117,843	-0,067	5,933	35,204	126,212
22	220	94	6,267	123,455	-0,067	6,200	38,440	131,405
23	230	98	6,533	129,066	-0,067	6,467	41,818	136,557
24	240	103	6,867	134,678	-0,067	6,800	46,240	142,938
25	250	106	7,067	140,290	-0,067	7,000	49,000	146,736
26	260	110	7,333	145,901	-0,067	7,267	52,804	151,764
27	270	112	7,467	151,513	-0,067	7,400	54,760	154,262
28	280	116	7,733	157,124	-0,067	7,667	58,778	159,228
29	290	119	7,933	162,736	-0,067	7,867	61,884	162,926
30	300	125	8,333	168,347	-0,067	8,267	68,338	170,251
31	310	129	8,600	173,959	-0,067	8,533	72,818	175,082
32	320	135	9,000	179,571	-0,067	8,933	79,804	182,253
33	330	138	9,200	185,182	-0,067	9,133	83,418	185,803
34	340	143	9,533	190,794	-0,067	9,467	89,618	191,669
35	350	146	9,733	196,405	-0,067	9,667	93,444	195,157
36	360	150	10,000	202,017	-0,067	9,933	98,671	199,773
37	370	155	10,333	207,629	-0,067	10,267	105,404	205,484
38	380	161	10,733	213,240	-0,067	10,667	113,778	212,252
39	390	166	11,067	218,852	-0,067	11,000	121,000	217,821
40	400	170	11,333	224,463	-0,067	11,267	126,938	222,230
41	410	175	11,667	230,075	-0,067	11,600	134,560	227,683
42	420	180	12,000	235,686	-0,067	11,933	142,404	233,072
43	430	184	12,267	241,298	-0,067	12,200	148,840	237,336
44	440	190	12,667	246,910	-0,067	12,600	158,760	243,656
45	450	194	12,933	252,521	-0,067	12,867	165,551	247,817
46	460	198	13,200	258,133	-0,067	13,133	172,484	251,937



*c. Lanjutan silinder beton beragregat kasar batu Clereng umur 28 hari sampel 3*

47	470	204	13,600	263,744	-0,067	13,533	183,151	258,040
48	480	210	14,000	269,356	-0,067	13,933	194,138	264,050
49	490	215	14,333	274,968	-0,067	14,267	203,538	268,987
50	500	220	14,667	280,579	-0,067	14,600	213,160	273,860
51	510	226	15,067	286,191	-0,067	15,000	225,000	279,623
52	520	234	15,600	291,802	-0,067	15,533	241,284	287,161
53	530	240	16,000	297,414	-0,067	15,933	253,871	292,707
54	540	249	16,600	303,025	-0,067	16,533	273,351	300,852
55	550	255	17,000	308,637	-0,067	16,933	286,738	306,166
56	560	261	17,400	314,249	-0,067	17,333	300,444	311,386
57	570	271	18,067	319,860	-0,067	18,000	324,000	319,882
58	580	279	18,600	325,472	-0,067	18,533	343,484	326,492
59	590	286	19,067	331,083	-0,067	19,000	361,000	332,141
60	600	294	19,600	336,695	-0,067	19,533	381,551	338,442
61	610	301	20,067	342,307	-0,067	20,000	400,000	343,820
62	620	308	20,533	347,918	-0,067	20,467	418,884	349,072
63	630	315	21,000	353,530	-0,067	20,933	438,204	354,197
64	640	320	21,333	359,141	-0,067	21,267	452,271	357,781
65	650	330	22,000	364,753	-0,067	21,933	481,071	364,754
66	660	335	22,333	370,364	-0,067	22,267	495,804	368,145
67	670	338	22,533	375,976	-0,067	22,467	504,751	370,148
68	680	345	23,000	381,588	-0,067	22,933	525,938	374,732
69	690	359	23,933	387,199	-0,067	23,867	569,618	383,520
70	700	370	24,667	392,811	-0,067	24,600	605,160	390,071
71	710	380	25,333	398,422	-0,067	25,267	638,404	395,755
72	720	395	26,333	404,034	-0,067	26,267	689,938	403,799
73	730	410	27,333	409,646	-0,067	27,267	743,471	411,261
74	740	425	28,333	415,257	-0,067	28,267	799,004	418,144
75	750	450	30,000	420,869	-0,067	29,933	896,004	428,326
76	760	462	30,800	426,480	-0,067	30,733	944,538	432,641
77	765	470	31,333	429,286	-0,067	31,267	977,604	435,311

## d. Silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 3 hari sampel 1

m	Beban	K3.01	L=15 cm	A=177,2575	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^1$ )				
1	10	6	0,400	5,642	-0,133	0,267	0,071	3,610
2	20	10	0,667	11,283	-0,133	0,533	0,284	7,193
3	30	16	1,067	16,925	-0,133	0,933	0,871	12,517
4	40	23	1,533	22,566	-0,133	1,400	1,960	18,650
5	50	29	1,933	28,208	-0,133	1,800	3,240	23,840
6	60	35	2,333	33,849	-0,133	2,200	4,840	28,969
7	70	43	2,867	39,491	-0,133	2,733	7,471	35,712
8	80	50	3,333	45,132	-0,133	3,200	10,240	41,522
9	90	57	3,800	50,774	-0,133	3,667	13,444	47,249
10	100	65	4,333	56,415	-0,133	4,200	17,640	53,691
11	110	72	4,800	62,057	-0,133	4,667	21,778	59,239
12	120	80	5,333	67,698	-0,133	5,200	27,040	65,476
13	130	89	5,933	73,340	-0,133	5,800	33,640	72,363
14	140	96	6,400	78,981	-0,133	6,267	39,271	77,624
15	150	110	7,333	84,623	-0,133	7,200	51,840	87,895
16	160	116	7,733	90,264	-0,133	7,600	57,760	92,194
17	170	121	8,067	95,906	-0,133	7,933	62,938	95,730
18	180	131	8,733	101,547	-0,133	8,600	73,960	102,674
19	190	134	8,933	107,189	-0,133	8,800	77,440	104,724
20	200	144	9,600	112,830	-0,133	9,467	89,618	111,445
21	210	155	10,333	118,472	-0,133	10,200	104,040	118,642
22	220	165	11,000	124,113	-0,133	10,867	118,084	125,006
23	230	172	11,467	129,755	-0,133	11,333	128,444	129,359
24	240	182	12,133	135,396	-0,133	12,000	144,000	135,432
25	250	195	13,000	141,038	-0,133	12,867	165,551	143,072
26	260	203	13,533	146,679	-0,133	13,400	179,560	147,630
27	270	211	14,067	152,321	-0,133	13,933	194,138	152,080
28	280	221	14,733	157,962	-0,133	14,600	213,160	157,487
29	290	232	15,467	163,604	-0,133	15,333	235,111	163,239
30	300	244	16,267	169,245	-0,133	16,133	260,284	169,277
31	310	254	16,933	174,887	-0,133	16,800	282,240	174,122
32	320	270	18,000	180,528	-0,133	17,867	319,218	181,518
33	330	283	18,867	186,170	-0,133	18,733	350,938	187,206
34	340	294	19,600	191,811	-0,133	19,467	378,951	191,793
35	350	310	20,667	197,453	-0,133	20,533	421,618	198,097
36	360	331	22,067	203,094	-0,133	21,933	481,071	205,708
37	370	349	23,267	208,736	-0,133	23,133	535,151	211,633
38	380	370	24,667	214,377	-0,133	24,533	601,884	217,846
39	390	383	25,533	220,019	-0,133	25,400	645,160	221,315
40	400	402	26,800	225,660	-0,133	26,667	711,111	225,867
41	410	424	28,267	231,302	-0,133	28,133	791,484	230,367
42	420	456	30,400	236,943	-0,133	30,267	916,071	235,438
43	430	480	32,000	242,585	-0,133	31,867	1015,484	238,095

## e. Silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 3 hari sampel 2

m	Beban	K3.02	L=15 cm	A=177,0215	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta l$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )		$10^{-3}$	$10^6$	MPa ( $10^{-1}$ )
1	10	9	0,600	5,649	-0,200	0,400	0,160	4,577
2	20	15	1,000	11,298	-0,200	0,800	0,640	9,113
3	30	23	1,533	16,947	-0,200	1,333	1,778	15,098
4	40	31	2,067	22,596	-0,200	1,867	3,484	21,010
5	50	39	2,600	28,245	-0,200	2,400	5,760	26,849
6	60	46	3,067	33,894	-0,200	2,867	8,218	31,898
7	70	54	3,600	39,543	-0,200	3,400	11,560	37,601
8	80	63	4,200	45,192	-0,200	4,000	16,000	43,930
9	90	70	4,667	50,841	-0,200	4,467	19,951	48,788
10	100	78	5,200	56,490	-0,200	5,000	25,000	54,273
11	110	89	5,933	62,139	-0,200	5,733	32,871	61,695
12	120	98	6,533	67,788	-0,200	6,333	40,111	67,665
13	130	105	7,000	73,437	-0,200	6,800	46,240	72,245
14	140	114	7,600	79,086	-0,200	7,400	54,760	78,052
15	150	123	8,200	84,735	-0,200	8,000	64,000	83,766
16	160	132	8,800	90,384	-0,200	8,600	73,960	89,389
17	170	141	9,400	96,034	-0,200	9,200	84,640	94,919
18	180	150	10,000	101,683	-0,200	9,800	96,040	100,358
19	190	159	10,600	107,332	-0,200	10,400	108,160	105,704
20	200	168	11,200	112,981	-0,200	11,000	121,000	110,958
21	210	176	11,733	118,630	-0,200	11,533	133,018	115,551
22	220	190	12,667	124,279	-0,200	12,467	155,418	123,414
23	230	201	13,400	129,928	-0,200	13,200	174,240	129,436
24	240	209	13,933	135,577	-0,200	13,733	188,604	133,728
25	250	220	14,667	141,226	-0,200	14,467	209,284	139,512
26	260	234	15,600	146,875	-0,200	15,400	237,160	146,675
27	270	244	16,267	152,524	-0,200	16,067	258,138	151,654
28	280	255	17,000	158,173	-0,200	16,800	282,240	157,001
29	290	268	17,867	163,822	-0,200	17,667	312,111	163,142
30	300	282	18,800	169,471	-0,200	18,600	345,960	169,540
31	310	295	19,667	175,120	-0,200	19,467	378,951	175,282
32	320	310	20,667	180,769	-0,200	20,467	418,884	181,669
33	330	321	21,400	186,418	-0,200	21,200	449,440	186,189
34	340	336	22,400	192,067	-0,200	22,200	492,840	192,133
35	350	355	23,667	197,716	-0,200	23,467	550,684	199,293
36	360	373	24,867	203,365	-0,200	24,667	608,444	205,699
37	370	386	25,733	209,014	-0,200	25,533	651,951	210,096
38	380	405	27,000	214,663	-0,200	26,800	718,240	216,176
39	390	426	28,400	220,312	-0,200	28,200	795,240	222,420
40	400	450	30,000	225,961	-0,200	29,800	888,040	228,941
41	410	471	31,400	231,610	-0,200	31,200	973,440	234,110
42	420	502	33,467	237,259	-0,200	33,267	1106,671	240,824
43	430	529	35,267	242,908	-0,200	35,067	1229,671	245,781

*e. Lanjutan silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 3 hari sampel 2*

44	440	558	37,200	248,557	-0,200	37,000	1369,000	250,183
45	450	599	39,933	254,206	-0,200	39,733	1578,738	254,774
46	460	645	43,000	259,855	-0,200	42,800	1831,840	257,651
47	470	682	45,467	265,504	-0,200	45,267	2049,071	258,219



## f. Silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 3 hari sampel 3

m	Beban	K3.03	L=15 cm	A=176,7857	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )		$10^{-3}$	$10^{-6}$	MPa ( $10^{-1}$ )
1	10	6	0,400	5,657	0,000	0,400	0,160	5,922
2	20	12	0,800	11,313	0,000	0,800	0,640	11,773
3	30	19	1,267	16,970	0,000	1,267	1,604	18,510
4	40	24	1,600	22,626	0,000	1,600	2,560	23,264
5	50	30	2,000	28,283	0,000	2,000	4,000	28,904
6	60	36	2,400	33,939	0,000	2,400	5,760	34,474
7	70	41	2,733	39,596	0,000	2,733	7,471	39,061
8	80	49	3,267	45,253	0,000	3,267	10,671	46,300
9	90	55	3,667	50,909	0,000	3,667	13,444	51,646
10	100	61	4,067	56,566	0,000	4,067	16,538	56,922
11	110	69	4,600	62,222	0,000	4,600	21,160	63,848
12	120	76	5,067	67,879	0,000	5,067	25,671	69,805
13	130	83	5,533	73,535	0,000	5,533	30,618	75,666
14	140	90	6,000	79,192	0,000	6,000	36,000	81,432
15	150	95	6,333	84,848	0,000	6,333	40,111	85,492
16	160	104	6,933	90,505	0,000	6,933	48,071	92,676
17	170	109	7,267	96,162	0,000	7,267	52,804	96,598
18	180	115	7,667	101,818	0,000	7,667	58,778	101,241
19	190	121	8,067	107,475	0,000	8,067	65,071	105,813
20	200	130	8,667	113,131	0,000	8,667	75,111	112,540
21	210	140	9,333	118,788	0,000	9,333	87,111	119,828
22	220	148	9,667	124,444	0,000	9,667	93,444	123,398
23	230	151	10,067	130,101	0,000	10,067	101,338	127,618
24	240	159	10,600	135,758	0,000	10,600	112,360	133,136
25	250	170	11,333	141,414	0,000	11,333	128,444	140,518
26	260	176	11,733	147,071	0,000	11,733	137,671	144,445
27	270	195	13,000	152,727	0,000	13,000	169,000	156,416
28	280	201	13,400	158,384	0,000	13,400	179,560	160,050
29	290	206	13,733	164,040	0,000	13,733	188,604	163,024
30	300	215	14,333	169,697	0,000	14,333	205,444	168,254
31	310	227	15,133	175,354	0,000	15,133	229,018	174,982
32	320	236	15,733	181,010	0,000	15,733	247,538	179,842
33	330	244	16,267	186,667	0,000	16,267	264,604	184,030
34	340	260	17,333	192,323	0,000	17,333	300,444	192,030
35	350	274	18,267	197,980	0,000	18,267	333,671	198,620
36	360	286	19,067	203,636	0,000	19,067	363,538	203,962
37	370	303	20,200	209,293	0,000	20,200	408,040	211,050
38	380	315	21,000	214,949	0,000	21,000	441,000	215,712
39	390	329	21,933	220,606	0,000	21,933	481,071	220,796

## g. Silinder beton beragregat kasar batu Keleng umur 7 hari sampel 1

m	Beban	K7.01	L=15 cm	A=177.2575	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta l$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^1$ )	$10^{-3}$	$10^{-6}$	MPa ( $10^1$ )	
1	10	4	0,267	5,642	0,067	0,333	0,111	4,969
2	20	9	0,600	11,283	0,067	0,667	0,444	9,909
3	30	13	0,867	16,925	0,067	0,933	0,871	13,839
4	40	20	1,333	22,566	0,067	1,400	1,960	20,670
5	50	26	1,733	28,208	0,067	1,800	3,240	26,479
6	60	34	2,267	33,849	0,067	2,333	5,444	34,156
7	70	41	2,733	39,491	0,067	2,800	7,840	40,812
8	80	47	3,133	45,132	0,067	3,200	10,240	46,469
9	90	54	3,600	50,774	0,067	3,667	13,444	53,015
10	100	60	4,000	56,415	0,067	4,067	16,538	58,580
11	110	66	4,400	62,057	0,067	4,467	19,951	64,101
12	120	71	4,733	67,698	0,067	4,800	23,040	68,669
13	130	78	5,200	73,340	0,067	5,267	27,738	75,013
14	140	84	5,600	78,981	0,067	5,667	32,111	80,405
15	150	91	6,067	84,623	0,067	6,133	37,618	86,641
16	160	97	6,467	90,264	0,067	6,533	42,684	91,939
17	170	104	6,933	95,906	0,067	7,000	49,000	98,066
18	180	111	7,400	101,547	0,067	7,467	55,751	104,134
19	190	115	7,667	107,189	0,067	7,733	59,804	107,575
20	200	123	8,200	112,830	0,067	8,267	68,338	114,400
21	210	130	8,667	118,472	0,067	8,733	76,271	120,308
22	220	135	9,000	124,113	0,067	9,067	82,204	124,493
23	230	142	9,467	129,755	0,067	9,533	90,884	130,301
24	240	150	10,000	135,396	0,067	10,067	101,338	136,867
25	250	156	10,400	141,038	0,067	10,467	109,551	141,741
26	260	163	10,867	146,679	0,067	10,933	119,538	147,372
27	270	172	11,467	152,321	0,067	11,533	133,018	154,527
28	280	180	12,000	157,962	0,067	12,067	145,604	160,805
29	290	185	12,333	163,604	0,067	12,400	153,760	164,690
30	300	194	12,933	169,245	0,067	13,000	169,000	171,608
31	310	198	13,200	174,887	0,067	13,267	176,004	174,651
32	320	204	13,600	180,528	0,067	13,667	186,778	179,180
33	330	210	14,000	186,170	0,067	14,067	197,871	183,666
34	340	212	14,133	191,811	0,067	14,200	201,640	185,152
35	350	226	15,067	197,453	0,067	15,133	229,018	195,417
36	360	236	15,733	203,094	0,067	15,800	249,640	202,606
37	370	243	16,200	208,736	0,067	16,267	264,604	207,567
38	380	251	16,733	214,377	0,067	16,800	282,240	213,164
39	390	261	17,400	220,019	0,067	17,467	305,084	220,054
40	400	269	17,933	225,660	0,067	18,000	324,000	225,479
41	410	276	18,400	231,302	0,067	18,467	341,018	230,163
42	420	287	19,133	236,943	0,067	19,200	368,640	237,405
43	430	297	19,800	242,585	0,067	19,867	394,684	243,863
44	440	307	20,467	248,227	0,067	20,533	421,618	250,201
45	450	315	21,000	253,868	0,067	21,067	443,804	255,185
46	460	323	21,533	259,510	0,067	21,600	466,560	260,093

## g. Lanjutan silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 7 hari sampel 1

47	470	329	21,933	265,151	0,067	22,000	484,000	263,723
48	480	338	22,533	270,793	0,067	22,600	510,760	269,087
49	490	347	23,133	276,434	0,067	23,200	538,240	274,355
50	500	360	24,000	282,076	0,067	24,067	579,204	281,792
51	510	365	24,333	287,717	0,067	24,400	595,360	284,599
52	520	376	25,067	293,359	0,067	25,133	631,684	290,668
53	530	389	25,933	299,000	0,067	26,000	676,000	297,653
54	540	401	26,733	304,642	0,067	26,800	718,240	303,922
55	550	412	27,467	310,283	0,067	27,533	758,084	309,516
56	560	425	28,333	315,925	0,067	28,400	806,560	315,941
57	570	439	29,267	321,566	0,067	29,333	860,444	322,633
58	580	452	30,133	327,208	0,067	30,200	912,040	328,638
59	590	465	31,000	332,849	0,067	31,067	965,138	334,439
60	600	476	31,733	338,491	0,067	31,800	1011,240	339,190
61	610	490	32,667	344,132	0,067	32,733	1071,471	345,027
62	620	502	33,467	349,774	0,067	33,533	1124,484	349,843
63	630	515	34,333	355,415	0,067	34,400	1183,360	354,866
64	640	530	35,333	361,057	0,067	35,400	1253,160	360,410
65	650	545	36,333	366,698	0,067	36,400	1324,960	365,685
66	660	560	37,333	372,340	0,067	37,400	1398,760	370,689
67	670	575	38,333	377,981	0,067	38,400	1474,560	375,425
68	675	615	41,000	380,802	0,067	41,067	1686,471	386,734

*li. Silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 7 hari sampel 2*

m	Beban	K7.02	L=15 cm	A=177,2575	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta l$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^1$ )		$10^{-3}$	$10^6$	MPa ( $10^1$ )
1	10	8	0,533	5,642	-0,067	0,467	0,218	6,689
2	20	15	1,000	11,283	-0,067	0,933	0,871	13,320
3	30	22	1,467	16,925	-0,067	1,400	1,960	19,894
4	40	26	1,733	22,566	-0,067	1,667	2,778	23,625
5	50	31	2,067	28,208	-0,067	2,000	4,000	28,262
6	60	37	2,467	33,849	-0,067	2,400	5,760	33,788
7	70	44	2,933	39,491	-0,067	2,867	8,218	40,182
8	80	49	3,267	45,132	-0,067	3,200	10,240	44,713
9	90	56	3,733	50,774	-0,067	3,667	13,444	51,008
10	100	62	4,133	56,415	-0,067	4,067	16,538	56,358
11	110	70	4,667	62,057	-0,067	4,600	21,160	63,426
12	120	75	5,000	67,698	-0,067	4,933	24,338	67,805
13	130	83	5,533	73,340	-0,067	5,467	29,884	74,751
14	140	89	5,933	78,981	-0,067	5,867	34,418	79,911
15	150	95	6,333	84,623	-0,067	6,267	39,271	85,029
16	160	103	6,867	90,264	-0,067	6,800	46,240	91,787
17	170	109	7,267	95,906	-0,067	7,200	51,840	96,806
18	180	115	7,667	101,547	-0,067	7,600	57,760	101,783
19	190	122	8,133	107,189	-0,067	8,067	65,071	107,537
20	200	129	8,600	112,830	-0,067	8,533	72,818	113,233
21	210	135	9,000	118,472	-0,067	8,933	79,804	118,669
22	220	143	9,533	124,113	-0,067	9,467	89,618	124,452
23	230	152	10,133	129,755	-0,067	10,067	101,338	131,543
24	240	159	10,600	135,396	-0,067	10,533	110,951	136,993
25	250	165	11,000	141,038	-0,067	10,933	119,538	141,618
26	260	172	11,467	146,679	-0,067	11,400	129,960	146,961
27	270	180	12,000	152,321	-0,067	11,933	142,404	152,997
28	280	191	12,733	157,962	-0,067	12,667	160,444	161,174
29	290	197	13,133	163,604	-0,067	13,067	170,738	165,574
30	300	205	13,667	169,245	-0,067	13,600	184,960	171,376
31	310	210	14,000	174,887	-0,067	13,933	194,138	174,964
32	320	216	14,400	180,528	-0,067	14,333	205,444	179,230
33	330	225	15,000	186,170	-0,067	14,933	223,004	185,551
34	340	231	15,400	191,811	-0,067	15,333	235,111	189,712
35	350	243	16,200	197,453	-0,067	16,133	260,284	197,908
36	360	254	16,933	203,094	-0,067	16,867	284,484	205,272
37	370	260	17,333	208,736	-0,067	17,267	298,138	209,229
38	380	266	17,733	214,377	-0,067	17,667	312,111	213,144
39	390	275	18,333	220,019	-0,067	18,267	333,671	218,937
40	400	285	19,000	225,660	-0,067	18,933	358,471	225,263
41	410	294	19,600	231,302	-0,067	19,533	381,551	230,856
42	420	304	20,267	236,943	-0,067	20,200	408,040	236,959
43	430	313	20,867	242,585	-0,067	20,800	432,640	242,351
44	440	324	21,600	248,227	-0,067	21,533	463,684	248,812
45	450	330	22,000	253,868	-0,067	21,933	481,071	252,277
46	460	340	22,667	259,510	-0,067	22,600	510,760	257,958



*h. Lanjutan silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 7 hari sampel 2*

47	470	353	23,533	265,151	-0,067	23,467	550,684	265,167
48	480	360	24,000	270,793	-0,067	23,933	572,804	268,967
49	490	372	24,800	276,434	-0,067	24,733	611,738	275,348
50	500	380	25,333	282,076	-0,067	25,267	638,404	279,508
51	510	391	26,067	287,717	-0,067	26,000	676,000	285,106
52	520	404	26,933	293,359	-0,067	26,867	721,818	291,538
53	530	416	27,733	299,000	-0,067	27,667	765,444	297,300
54	540	432	28,800	304,642	-0,067	28,733	825,604	304,719
55	550	442	29,467	310,283	-0,067	29,400	864,360	309,204
56	560	455	30,333	315,925	-0,067	30,267	916,071	314,859
57	570	472	31,467	321,566	-0,067	31,400	985,960	321,955
58	580	488	32,533	327,208	-0,067	32,467	1054,084	328,324
59	590	507	33,800	332,849	-0,067	33,733	1137,938	335,497
60	600	529	35,267	338,491	-0,067	35,200	1239,040	343,275



## i. Silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 7 hari sampel 3

m	Beban	K7.03	L=15 cm	A=179,8633	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )		$10^{-3}$	$10^{-6}$	MPa ( $10^{-1}$ )
1	10	8	0,533	5,560	-0,133	0,400	0,160	5,901
2	20	14	0,933	11,120	-0,133	0,800	0,640	11,760
3	30	19	1,267	16,679	-0,133	1,133	1,284	16,610
4	40	25	1,667	22,239	-0,133	1,533	2,351	22,391
5	50	31	2,067	27,799	-0,133	1,933	3,738	28,131
6	60	36	2,400	33,359	-0,133	2,267	5,138	32,881
7	70	43	2,867	38,918	-0,133	2,733	7,471	39,483
8	80	50	3,333	44,478	-0,133	3,200	10,240	46,027
9	90	55	3,667	50,038	-0,133	3,533	12,484	50,667
10	100	60	4,000	55,598	-0,133	3,867	14,951	55,277
11	110	65	4,333	61,158	-0,133	4,200	17,640	59,858
12	120	72	4,800	66,717	-0,133	4,667	21,778	66,222
13	130	80	5,333	72,277	-0,133	5,200	27,040	73,425
14	140	84	5,600	77,837	-0,133	5,467	29,884	76,998
15	150	91	6,067	83,397	-0,133	5,933	35,204	83,207
16	160	97	6,467	88,956	-0,133	6,333	40,111	88,482
17	170	104	6,933	94,516	-0,133	6,800	46,240	94,584
18	180	109	7,267	100,076	-0,133	7,133	50,884	98,908
19	190	115	7,667	105,636	-0,133	7,533	56,751	104,057
20	200	124	8,267	111,196	-0,133	8,133	66,151	111,702
21	210	131	8,733	116,755	-0,133	8,600	73,960	117,582
22	220	138	9,200	122,315	-0,133	9,067	82,204	123,406
23	230	145	9,667	127,875	-0,133	9,533	90,884	129,172
24	240	151	10,067	133,435	-0,133	9,933	98,671	134,068
25	250	159	10,600	138,994	-0,133	10,467	109,551	140,531
26	260	166	11,067	144,554	-0,133	10,933	119,538	146,125
27	270	175	11,667	150,114	-0,133	11,533	133,018	153,233
28	280	180	12,000	155,674	-0,133	11,867	140,818	157,140
29	290	188	12,533	161,234	-0,133	12,400	153,760	163,332
30	300	196	13,067	166,793	-0,133	12,933	167,271	169,448
31	310	202	13,467	172,353	-0,133	13,333	177,778	173,987
32	320	207	13,800	177,913	-0,133	13,667	186,778	177,736
33	330	214	14,267	183,473	-0,133	14,133	199,751	182,937
34	340	221	14,733	189,032	-0,133	14,600	213,160	188,080
35	350	230	15,333	194,592	-0,133	15,200	231,040	194,608
36	360	240	16,000	200,152	-0,133	15,867	251,751	201,750
37	370	247	16,467	205,712	-0,133	16,333	266,778	206,680
38	380	253	16,867	211,272	-0,133	16,733	280,004	210,860
39	390	261	17,400	216,831	-0,133	17,267	298,138	216,368
40	400	270	18,000	222,391	-0,133	17,867	319,218	222,475
41	410	278	18,533	227,951	-0,133	18,400	338,560	227,824
42	420	285	19,000	233,511	-0,133	18,867	355,951	232,442
43	430	294	19,600	239,070	-0,133	19,467	378,951	238,296
44	440	305	20,333	244,630	-0,133	20,200	408,040	245,322
45	450	314	20,933	250,190	-0,133	20,800	432,640	250,965
46	460	323	21,533	255,750	-0,133	21,400	457,960	256,514

*i. Lanjutan silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 7 hari sampel 3*

47	470	330	22,000	261,310	-0,133	21,867	478,151	260,763
48	480	332	22,133	266,869	-0,133	22,000	484,000	261,967
49	490	347	23,133	272,429	-0,133	23,000	529,000	270,846
50	500	355	23,667	277,989	-0,133	23,533	553,818	275,473
51	510	369	24,600	283,549	-0,133	24,467	598,618	283,391
52	520	379	25,267	289,108	-0,133	25,133	631,684	288,906
53	530	390	26,000	294,668	-0,133	25,867	669,084	294,838
54	540	398	26,533	300,228	-0,133	26,400	696,960	299,062
55	550	410	27,333	305,788	-0,133	27,200	739,840	305,259
56	560	420	28,000	311,348	-0,133	27,867	776,551	310,294
57	570	432	28,800	316,907	-0,133	28,667	821,778	316,182
58	580	444	29,600	322,467	-0,133	29,467	868,284	321,901
59	590	458	30,533	328,027	-0,133	30,400	924,160	328,360
60	600	475	31,667	333,587	-0,133	31,533	994,351	335,895
61	610	486	32,400	339,146	-0,133	32,267	1041,138	340,590
62	620	497	33,133	344,706	-0,133	33,000	1089,000	345,144
63	630	510	34,000	350,266	-0,133	33,867	1146,951	350,343
64	640	521	34,733	355,826	-0,133	34,600	1197,160	354,587
65	650	534	35,600	361,386	-0,133	35,467	1257,884	359,421
66	660	549	36,600	366,945	-0,133	36,467	1329,818	364,752
67	670	569	37,933	372,505	-0,133	37,800	1428,840	371,451
68	675	584	38,933	375,285	-0,133	38,800	1505,440	376,168
69	680	593	39,533	378,065	-0,133	39,400	1552,360	378,871
70	690	622	41,467	383,625	-0,133	41,333	1708,444	386,938
71	700	633	42,200	389,184	-0,133	42,067	1769,604	389,740
72	705	645	43,000	391,964	-0,133	42,867	1837,551	392,636

## j. Silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 28 hari sampel 1

m	Beban	K28. 01	L=15 cm	A=178,2028	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta l$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )		$10^{-3}$	$10^{-6}$	MPa ( $10^{-1}$ )
1	10	4	0,267	5,612	0,133	0,400	0,160	4,985
2	20	10	0,667	11,223	0,133	0,800	0,640	9,943
3	30	15	1,000	16,835	0,133	1,133	1,284	14,056
4	40	21	1,400	22,446	0,133	1,533	2,351	18,967
5	50	27	1,800	28,058	0,133	1,933	3,738	23,852
6	60	32	2,133	33,669	0,133	2,267	5,138	27,903
7	70	39	2,600	39,281	0,133	2,733	7,471	33,544
8	80	44	2,933	44,893	0,133	3,067	9,404	37,551
9	90	51	3,400	50,504	0,133	3,533	12,484	43,132
10	100	58	3,867	56,116	0,133	4,000	16,000	48,677
11	110	60	4,000	61,727	0,133	4,133	17,084	50,255
12	120	62	4,133	67,339	0,133	4,267	18,204	51,830
13	130	75	5,000	72,951	0,133	5,133	26,351	61,996
14	140	82	5,467	78,562	0,133	5,600	31,360	67,420
15	150	88	5,867	84,174	0,133	6,000	36,000	72,041
16	160	95	6,333	89,785	0,133	6,467	41,818	77,399
17	170	102	6,800	95,397	0,133	6,933	48,071	82,722
18	180	106	7,067	101,008	0,133	7,200	51,840	85,747
19	190	115	7,667	106,620	0,133	7,800	60,840	92,513
20	200	119	7,933	112,232	0,133	8,067	65,071	95,501
21	210	122	8,133	117,843	0,133	8,267	68,338	97,735
22	220	129	8,600	123,455	0,133	8,733	76,271	102,921
23	230	140	9,333	129,066	0,133	9,467	89,618	111,000
24	240	145	9,667	134,678	0,133	9,800	96,040	114,643
25	250	150	10,000	140,290	0,133	10,133	102,684	118,268
26	260	155	10,333	145,901	0,133	10,467	109,551	121,875
27	270	166	11,067	151,513	0,133	11,200	125,440	129,747
28	280	170	11,333	157,124	0,133	11,467	131,484	132,588
29	290	182	12,133	162,736	0,133	12,267	150,471	141,041
30	300	189	12,600	168,347	0,133	12,733	162,138	145,925
31	310	265	17,667	173,959	0,133	17,800	316,840	196,666
32	320	266	17,733	179,571	0,133	17,867	319,218	197,306
33	330	275	18,333	185,182	0,133	18,467	341,018	203,032
34	340	290	19,333	190,794	0,133	19,467	378,951	212,446
35	350	295	19,667	196,405	0,133	19,800	392,040	215,548
36	360	303	20,200	202,017	0,133	20,333	413,444	220,473
37	370	305	20,333	207,629	0,133	20,467	418,884	221,697
38	380	312	20,800	213,240	0,133	20,933	438,204	225,959
39	390	325	21,667	218,852	0,133	21,800	475,240	233,780
40	400	335	22,333	224,463	0,133	22,467	504,751	239,713
41	410	340	22,667	230,075	0,133	22,800	519,840	242,652
42	420	350	23,333	235,686	0,133	23,467	550,684	248,477
43	430	359	23,933	241,298	0,133	24,067	579,204	253,658
44	440	375	25,000	246,910	0,133	25,133	631,684	262,723
45	450	382	25,467	252,521	0,133	25,600	655,360	266,631
46	460	390	26,000	258,133	0,133	26,133	682,951	271,054

*j. Lanjutan silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 28 hari sampel 1*

47	470	395	26,333	263,744	0,133	26,467	700,484	273,795
48	480	399	26,600	269,356	0,133	26,733	714,671	275,975
49	490	405	27,000	274,968	0,133	27,133	736,218	279,223
50	500	412	27,467	280,579	0,133	27,600	761,760	282,979
51	510	420	28,000	286,191	0,133	28,133	791,484	287,229
52	520	432	28,800	291,802	0,133	28,933	837,138	293,517
53	530	441	29,400	297,414	0,133	29,533	872,218	298,165
54	540	449	29,933	303,025	0,133	30,067	904,004	302,248
55	550	456	30,400	308,637	0,133	30,533	932,284	305,782
56	560	465	31,000	314,249	0,133	31,133	969,284	310,274
57	570	476	31,733	319,860	0,133	31,867	1015,484	315,685
58	580	486	32,400	325,472	0,133	32,533	1058,418	320,528
59	590	499	33,267	331,083	0,133	33,400	1115,560	326,716
60	600	512	34,133	336,695	0,133	34,267	1174,204	332,782
61	610	525	35,000	342,307	0,133	35,133	1234,351	338,727
62	620	539	35,933	347,918	0,133	36,067	1300,804	344,992
63	630	550	36,667	353,530	0,133	36,800	1354,240	349,815
64	640	562	37,467	359,141	0,133	37,600	1413,760	354,977
65	650	572	38,133	364,753	0,133	38,267	1464,338	359,200
66	660	585	39,000	370,364	0,133	39,133	1531,418	364,581
67	670	595	39,667	375,976	0,133	39,800	1584,040	368,637
68	680	605	40,333	381,588	0,133	40,467	1637,551	372,621
69	690	620	41,333	387,199	0,133	41,467	1719,484	378,462
70	700	635	42,333	392,811	0,133	42,467	1803,418	384,141
71	710	665	44,333	398,422	0,133	44,467	1977,284	395,011
72	720	690	46,000	404,034	0,133	46,133	2128,284	403,573
73	725	730	48,667	406,840	0,133	48,800	2381,440	416,334

## k. Silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 28 hari sampel 2

m	Beban	K28. 02	L=15 cm	A=178,6765	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$		$10^{-3}$	$10^{-6}$	
1	10	5	0,333	5,597	0,133	0,467	0,218	7,056
2	20	12	0,800	11,193	0,133	0,933	0,871	14,044
3	30	17	1,133	16,790	0,133	1,267	1,604	18,994
4	40	22	1,467	22,387	0,133	1,600	2,560	23,909
5	50	29	1,933	27,984	0,133	2,067	4,271	30,731
6	60	35	2,333	33,580	0,133	2,467	6,084	36,524
7	70	41	2,733	39,177	0,133	2,867	8,218	42,268
8	80	47	3,133	44,774	0,133	3,267	10,671	47,961
9	90	56	3,733	50,370	0,133	3,867	14,951	56,406
10	100	60	4,000	55,967	0,133	4,133	17,084	60,123
11	110	66	4,400	61,564	0,133	4,533	20,551	65,657
12	120	73	4,867	67,160	0,133	5,000	25,000	72,050
13	130	80	5,333	72,757	0,133	5,467	29,884	78,375
14	140	87	5,800	78,354	0,133	5,933	35,204	84,631
15	150	94	6,267	83,951	0,133	6,400	40,960	90,819
16	160	98	6,533	89,547	0,133	6,667	44,444	94,324
17	170	105	7,000	95,144	0,133	7,133	50,884	100,405
18	180	112	7,467	100,741	0,133	7,600	57,760	106,418
19	190	116	7,733	106,337	0,133	7,867	61,884	109,823
20	200	122	8,133	111,934	0,133	8,267	68,338	114,888
21	210	126	8,400	117,531	0,133	8,533	72,818	118,238
22	220	133	8,867	123,128	0,133	9,000	81,000	124,045
23	230	140	9,333	128,724	0,133	9,467	89,618	129,784
24	240	146	9,733	134,321	0,133	9,867	97,351	134,649
25	250	155	10,333	139,918	0,133	10,467	109,551	141,853
26	260	161	10,733	145,514	0,133	10,867	118,084	146,592
27	270	168	11,200	151,111	0,133	11,333	128,444	152,059
28	280	175	11,667	156,708	0,133	11,800	139,240	157,456
29	290	181	12,067	162,305	0,133	12,200	148,840	162,029
30	300	190	12,667	167,901	0,133	12,800	163,840	168,793
31	310	202	13,467	173,498	0,133	13,600	184,960	177,637
32	320	214	14,267	179,095	0,133	14,400	207,360	186,280
33	330	215	14,333	184,691	0,133	14,467	209,284	186,991
34	340	220	14,667	190,288	0,133	14,800	219,040	190,526
35	350	227	15,133	195,885	0,133	15,267	233,071	195,416
36	360	235	15,667	201,481	0,133	15,800	249,640	200,922
37	370	240	16,000	207,078	0,133	16,133	260,284	204,317
38	380	247	16,467	212,675	0,133	16,600	275,560	209,013
39	390	256	17,067	218,272	0,133	17,200	295,840	214,949
40	400	266	17,733	223,868	0,133	17,867	319,218	221,413
41	410	276	18,400	229,465	0,133	18,533	343,484	227,737
42	420	286	19,067	235,062	0,133	19,200	368,640	233,922
43	430	294	19,600	240,658	0,133	19,733	389,404	238,770
44	440	303	20,200	246,255	0,133	20,333	413,444	244,117
45	450	310	20,667	251,852	0,133	20,800	432,640	248,197
46	460	319	21,267	257,449	0,133	21,400	457,960	253,343

*k. Lanjutan silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 28 hari sampel 2*

47	470	326	21,733	263,045	0,133	21,867	478,151	257,268
48	480	335	22,333	268,642	0,133	22,467	504,751	262,214
49	490	349	23,267	274,239	0,133	23,400	547,560	269,682
50	500	360	24,000	279,835	0,133	24,133	582,418	275,359
51	510	375	25,000	285,432	0,133	25,133	631,684	282,828
52	520	385	25,667	291,029	0,133	25,800	665,640	287,633
53	530	402	26,800	296,626	0,133	26,933	725,404	295,482
54	540	416	27,733	302,222	0,133	27,867	776,551	301,643
55	550	430	28,667	307,819	0,133	28,800	829,440	307,531
56	560	440	29,333	313,416	0,133	29,467	868,284	311,570
57	570	456	30,400	319,012	0,133	30,533	932,284	317,741
58	580	475	31,667	324,609	0,133	31,800	1011,240	324,607
59	590	502	33,467	330,206	0,133	33,600	1128,960	333,497
60	600	525	35,000	335,802	0,133	35,133	1234,351	340,270
61	610	570	38,000	341,399	0,133	38,133	1454,151	351,387



## 1. Silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 28 hari sampel 3

m	Beban	K28. 03	L=15 cm	A=178,2028	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta l$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )				
1	10	6	0,400	5,612	-0,133	0,267	0,071	4,740
2	20	10	0,667	11,223	-0,133	0,533	0,284	9,450
3	30	15	1,000	16,835	-0,133	0,867	0,751	15,297
4	40	21	1,400	22,446	-0,133	1,267	1,604	22,253
5	50	26	1,733	28,058	-0,133	1,600	2,560	27,999
6	60	31	2,067	33,669	-0,133	1,933	3,738	33,699
7	70	36	2,400	39,281	-0,133	2,267	5,138	39,354
8	80	41	2,733	44,893	-0,133	2,600	6,760	44,962
9	90	45	3,000	50,504	-0,133	2,867	8,218	49,416
10	100	52	3,467	56,116	-0,133	3,333	11,111	57,140
11	110	57	3,800	61,727	-0,133	3,667	13,444	62,602
12	120	61	4,067	67,339	-0,133	3,933	15,471	66,939
13	130	67	4,467	72,951	-0,133	4,333	18,778	73,389
14	140	73	4,867	78,562	-0,133	4,733	22,404	79,773
15	150	78	5,200	84,174	-0,133	5,067	25,671	85,043
16	160	84	5,600	89,785	-0,133	5,467	29,884	91,306
17	170	88	5,867	95,397	-0,133	5,733	32,871	95,445
18	180	93	6,200	101,008	-0,133	6,067	36,804	100,577
19	190	98	6,533	106,620	-0,133	6,400	40,960	105,664
20	200	105	7,000	112,232	-0,133	6,867	47,151	112,708
21	210	112	7,467	117,843	-0,133	7,333	53,778	119,662
22	220	117	7,800	123,455	-0,133	7,667	58,778	124,575
23	230	125	8,333	129,066	-0,133	8,200	67,240	132,340
24	240	130	8,667	134,678	-0,133	8,533	72,818	137,133
25	250	138	9,200	140,290	-0,133	9,067	82,204	144,707
26	260	143	9,533	145,901	-0,133	9,400	88,360	149,382
27	270	150	10,000	151,513	-0,133	9,867	97,351	155,849
28	280	157	10,467	157,124	-0,133	10,333	106,778	162,226
29	290	163	10,867	162,736	-0,133	10,733	115,204	167,621
30	300	170	11,333	168,347	-0,133	11,200	125,440	173,832
31	310	176	11,733	173,959	-0,133	11,600	134,560	179,084
32	320	180	12,000	179,571	-0,133	11,867	140,818	182,548
33	330	187	12,467	185,182	-0,133	12,333	152,111	188,541
34	340	188	12,533	190,794	-0,133	12,400	153,760	189,390
35	350	195	13,000	196,405	-0,133	12,867	165,551	195,280
36	360	199	13,267	202,017	-0,133	13,133	172,484	198,605
37	370	205	13,667	207,629	-0,133	13,533	183,151	203,538
38	380	215	14,333	213,240	-0,133	14,200	201,640	211,614
39	390	222	14,800	218,852	-0,133	14,667	215,111	217,158
40	400	230	15,333	224,463	-0,133	15,200	231,040	223,383
41	410	236	15,733	230,075	-0,133	15,600	243,360	227,976
42	420	245	16,333	235,686	-0,133	16,200	262,440	234,741
43	430	253	16,867	241,298	-0,133	16,733	280,004	240,630
44	440	265	17,667	246,910	-0,133	17,533	307,418	249,243
45	450	272	18,133	252,521	-0,133	18,000	324,000	254,146
46	460	278	18,533	258,133	-0,133	18,400	338,560	258,276



*1. Lanjutan silinder beton beragregat kasar batu Kencleng umur 28 hari sampel 3*

47	470	286	19,067	263,744	-0,133	18,933	358,471	263,682
48	480	295	19,667	269,356	-0,133	19,533	381,551	269,622
49	490	305	20,333	274,968	-0,133	20,200	408,040	276,049
50	500	312	20,800	280,579	-0,133	20,667	427,111	280,438
51	510	318	21,200	286,191	-0,133	21,067	443,804	284,130
52	520	325	21,667	291,802	-0,133	21,533	463,684	288,352
53	530	335	22,333	297,414	-0,133	22,200	492,840	294,229
54	540	345	23,000	303,025	-0,133	22,867	522,884	299,923
55	550	355	23,667	308,637	-0,133	23,533	553,818	305,434
56	560	365	24,333	314,249	-0,133	24,200	585,640	310,761
57	570	377	25,133	319,860	-0,133	25,000	625,000	316,913
58	580	390	26,000	325,472	-0,133	25,867	669,084	323,278
59	590	406	27,067	331,083	-0,133	26,933	725,404	330,689
60	600	420	28,000	336,695	-0,133	27,867	776,551	336,788
61	610	432	28,800	342,307	-0,133	28,667	821,778	341,730
62	620	444	29,600	347,918	-0,133	29,467	868,284	346,408
63	630	465	31,000	353,530	-0,133	30,867	952,751	353,960
64	640	480	32,000	359,141	-0,133	31,867	1015,484	358,859
65	650	496	33,067	364,753	-0,133	32,933	1084,604	363,631
66	660	520	34,667	370,364	-0,133	34,533	1192,551	369,910
67	670	610	40,667	375,976	-0,133	40,533	1642,951	384,057



## m. Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 3 hari sampel 1

m	Beban	M3. 01	L=15 cm	A=177,0215	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^3$	$10^{-3}$	MPa ( $10^1$ )		$10^{-3}$	$10^6$	MPa ( $10^1$ )
1	10	9	0,600	5,649	0,067	0,667	0,444	5,622
2	20	19	1,267	11,298	0,067	1,333	1,778	11,171
3	30	26	1,733	16,947	0,067	1,800	3,240	15,013
4	40	35	2,333	22,596	0,067	2,400	5,760	19,901
5	50	46	3,067	28,245	0,067	3,133	9,818	25,796
6	60	56	3,733	33,894	0,067	3,800	14,440	31,079
7	70	69	4,600	39,543	0,067	4,667	21,778	37,840
8	80	80	5,333	45,192	0,067	5,400	29,160	43,466
9	90	93	6,200	50,841	0,067	6,267	39,271	50,002
10	100	102	6,800	56,490	0,067	6,867	47,151	54,455
11	110	115	7,667	62,139	0,067	7,733	59,804	60,786
12	120	128	8,533	67,788	0,067	8,600	73,960	66,994
13	130	140	9,333	73,437	0,067	9,400	88,360	72,617
14	140	153	10,200	79,086	0,067	10,267	105,404	78,591
15	150	162	10,800	84,735	0,067	10,867	118,084	82,656
16	160	175	11,667	90,384	0,067	11,733	137,671	88,425
17	170	189	12,600	96,034	0,067	12,667	160,444	94,501
18	180	204	13,600	101,683	0,067	13,667	186,778	100,855
19	190	216	14,400	107,332	0,067	14,467	209,284	105,821
20	200	230	15,333	112,981	0,067	15,400	237,160	111,484
21	210	245	16,333	118,630	0,067	16,400	268,960	117,394
22	220	262	17,467	124,279	0,067	17,533	307,418	123,898
23	230	279	18,600	129,928	0,067	18,667	348,444	130,193
24	240	294	19,600	135,577	0,067	19,667	386,778	135,574
25	250	310	20,667	141,226	0,067	20,733	429,871	141,136
26	260	327	21,800	146,875	0,067	21,867	478,151	146,843
27	270	345	23,000	152,524	0,067	23,067	532,071	152,660
28	275	351	23,400	155,348	0,067	23,467	550,684	154,547
29	280	366	24,400	158,173	0,067	24,467	598,618	159,151
30	290	385	25,667	163,822	0,067	25,733	662,204	164,750
31	300	410	27,333	169,471	0,067	27,400	750,760	171,721
32	305	424	28,267	172,295	0,067	28,333	802,778	175,429
33	310	432	28,800	175,120	0,067	28,867	833,284	177,484
34	320	455	30,333	180,769	0,067	30,400	924,160	183,136
35	330	480	32,000	186,418	0,067	32,067	1028,271	188,847
36	340	504	33,600	192,067	0,067	33,667	1133,444	193,907
37	350	529	35,267	197,716	0,067	35,333	1248,444	198,736
38	360	550	36,667	203,365	0,067	36,733	1349,338	202,445
39	370	594	39,600	209,014	0,067	39,667	1573,444	209,186
40	380	645	43,000	214,663	0,067	43,067	1854,738	215,256
41	390	695	46,333	220,312	0,067	46,400	2152,960	219,388
42	400	762	50,800	225,961	0,067	50,867	2587,418	222,104

## n. Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 3 hari sampel 2

m	Beban	M3. 02	L=15 cm	A=177,0215	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^1$ )		$10^{-3}$	$10^6$	MPa ( $10^1$ )
1	10	9	0,600	5,649	0,133	0,733	0,538	5,495
2	20	20	1,333	11,298	0,133	1,467	2,151	10,896
3	30	32	2,133	16,947	0,133	2,267	5,138	16,681
4	40	43	2,867	22,596	0,133	3,000	9,000	21,887
5	50	54	3,600	28,245	0,133	3,733	13,938	26,998
6	60	66	4,400	33,894	0,133	4,533	20,551	32,467
7	70	77	5,133	39,543	0,133	5,267	27,738	37,382
8	80	90	6,000	45,192	0,133	6,133	37,618	43,070
9	90	104	6,933	50,841	0,133	7,067	49,938	49,049
10	100	116	7,733	56,490	0,133	7,867	61,884	54,053
11	110	128	8,533	62,139	0,133	8,667	75,111	58,945
12	120	140	9,333	67,788	0,133	9,467	89,618	63,726
13	130	155	10,333	73,437	0,133	10,467	109,551	69,545
14	140	171	11,400	79,086	0,133	11,533	133,018	75,559
15	150	189	12,600	84,735	0,133	12,733	162,138	82,089
16	160	204	13,600	90,384	0,133	13,733	188,604	87,338
17	170	221	14,733	96,034	0,133	14,867	221,018	93,076
18	180	240	16,000	101,683	0,133	16,133	260,284	99,224
19	190	262	17,467	107,332	0,133	17,600	309,760	105,994
20	200	283	18,867	112,981	0,133	19,000	361,000	112,106
21	210	307	20,467	118,630	0,133	20,600	424,360	118,672
22	220	330	22,000	124,279	0,133	22,133	489,884	124,546
23	230	351	23,400	129,928	0,133	23,533	553,818	129,551
24	240	390	26,000	135,577	0,133	26,133	682,951	137,939
25	250	429	28,600	141,226	0,133	28,733	825,604	145,148
26	260	485	32,333	146,875	0,133	32,467	1054,084	153,438
27	270	539	35,933	152,524	0,133	36,067	1300,804	159,129
28	275	590	39,333	155,348	0,133	39,467	1557,618	162,429
29	280	660	44,000	158,173	0,133	44,133	1947,751	163,676
30	290	730	48,667	163,822	0,133	48,800	2381,440	161,125
31	300	770	51,333	169,471	0,133	51,467	2648,818	157,962

## o. Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 3 hari sampel 3

m	Beban	M3. 03	L=15 cm	A=176,7857	Koreksi	ε Koreksi	(ε Koreksi) <sup>2</sup>	σ Regresi
	KN	Δℓ	ε	σ				
		10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	MPa (10 <sup>1</sup> )				
1	10	8	0,533	5,657	-0,067	0,467	0,218	4,102
2	20	15	1,000	11,313	-0,067	0,933	0,871	8,148
3	30	29	1,933	16,970	-0,067	1,867	3,484	16,069
4	40	37	2,467	22,626	-0,067	2,400	5,760	20,493
5	50	44	2,933	28,283	-0,067	2,867	8,218	24,304
6	60	53	3,533	33,939	-0,067	3,467	12,018	29,119
7	70	65	4,333	39,596	-0,067	4,267	18,204	35,394
8	80	76	5,067	45,253	-0,067	5,000	25,000	41,000
9	90	85	5,667	50,909	-0,067	5,600	31,360	45,482
10	100	98	6,533	56,566	-0,067	6,467	41,818	51,791
11	110	110	7,333	62,222	-0,067	7,267	52,804	57,440
12	120	125	8,333	67,879	-0,067	8,267	68,338	64,268
13	130	140	9,333	73,535	-0,067	9,267	85,871	70,835
14	140	155	10,333	79,192	-0,067	10,267	105,404	77,141
15	150	170	11,333	84,848	-0,067	11,267	126,938	83,187
16	160	191	12,733	90,505	-0,067	12,667	160,444	91,213
17	170	209	13,933	96,162	-0,067	13,867	192,284	97,686
18	180	227	15,133	101,818	-0,067	15,067	227,004	103,784
19	190	245	16,333	107,475	-0,067	16,267	264,604	109,506
20	200	264	17,600	113,131	-0,067	17,533	307,418	115,140
21	210	295	19,667	118,788	-0,067	19,600	384,160	123,433
22	220	320	21,333	124,444	-0,067	21,267	452,271	129,311
23	230	342	22,800	130,101	-0,067	22,733	516,804	133,884
24	240	370	24,667	135,758	-0,067	24,600	605,160	138,895
25	250	401	26,733	141,414	-0,067	26,667	711,111	143,382
26	260	445	29,667	147,071	-0,067	29,600	876,160	147,841
27	270	492	32,800	152,727	-0,067	32,733	1071,471	150,126
28	275	535	35,667	155,556	-0,067	35,600	1267,360	149,976

## p. Silinder beton beragregat kasar batu Manyanan umur 7 hari sampel 1

m	Beban	M7.01	L=15 cm	A=177,9663	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )		$10^{-3}$	$10^6$	MPa ( $10^{-1}$ )
1	10	9	0,600	5,619	-0,133	0,467	0,218	4,329
2	20	16	1,067	11,238	-0,133	0,933	0,871	8,625
3	30	26	1,733	16,857	-0,133	1,600	2,560	14,705
4	40	37	2,467	22,476	-0,133	2,333	5,444	21,314
5	50	46	3,067	28,095	-0,133	2,933	8,604	26,662
6	60	54	3,600	33,714	-0,133	3,467	12,018	31,369
7	70	65	4,333	39,333	-0,133	4,200	17,640	37,770
8	80	75	5,000	44,952	-0,133	4,867	23,684	43,519
9	90	84	5,600	50,571	-0,133	5,467	29,884	48,635
10	100	95	6,333	56,190	-0,133	6,200	38,440	54,814
11	110	106	7,067	61,809	-0,133	6,933	48,071	60,910
12	120	115	7,667	67,429	-0,133	7,533	56,751	65,838
13	130	125	8,333	73,048	-0,133	8,200	67,240	71,249
14	140	138	9,200	78,667	-0,133	9,067	82,204	78,182
15	150	147	9,800	84,286	-0,133	9,667	93,444	82,915
16	160	159	10,600	89,905	-0,133	10,467	109,551	89,141
17	170	170	11,333	95,524	-0,133	11,200	125,440	94,762
18	180	180	12,000	101,143	-0,133	11,867	140,818	99,801
19	190	193	12,867	106,762	-0,133	12,733	162,138	106,252
20	200	204	13,600	112,381	-0,133	13,467	181,351	111,620
21	210	215	14,333	118,000	-0,133	14,200	201,640	116,907
22	220	226	15,067	123,619	-0,133	14,933	223,004	122,112
23	230	239	15,933	129,238	-0,133	15,800	249,640	128,159
24	240	251	16,733	134,857	-0,133	16,600	275,560	133,638
25	250	264	17,600	140,476	-0,133	17,467	305,084	139,465
26	260	279	18,600	146,095	-0,133	18,467	341,018	146,046
27	270	293	19,533	151,714	-0,133	19,400	376,360	152,051
28	280	310	20,667	157,333	-0,133	20,533	421,618	159,166
29	290	321	21,400	162,952	-0,133	21,267	452,271	163,665
30	300	339	22,600	168,571	-0,133	22,467	504,751	170,851
31	310	350	23,333	174,190	-0,133	23,200	538,240	175,134
32	320	365	24,333	179,809	-0,133	24,200	585,640	180,844
33	330	380	25,333	185,428	-0,133	25,200	635,040	186,402
34	340	391	26,067	191,047	-0,133	25,933	672,538	190,381
35	350	410	27,333	196,667	-0,133	27,200	739,840	197,061
36	360	429	28,600	202,286	-0,133	28,467	810,351	203,498
37	370	455	30,333	207,905	-0,133	30,200	912,040	211,910
38	380	467	31,133	213,524	-0,133	31,000	961,000	215,639
39	390	488	32,533	219,143	-0,133	32,400	1049,760	221,930
40	400	505	33,667	224,762	-0,133	33,533	1124,484	226,805
41	410	520	34,667	230,381	-0,133	34,533	1192,551	230,944
42	420	538	35,867	236,000	-0,133	35,733	1276,871	235,710
43	430	557	37,133	241,619	-0,133	37,000	1369,000	240,504

*p. Lanjutan Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 7 hari sampel 1*

44	440	582	38,800	247,238	-0,133	38,667	1495,111	246,439
45	450	604	40,267	252,857	-0,133	40,133	1610,684	251,314
46	460	630	42,000	258,476	-0,133	41,867	1752,818	256,652
47	470	660	44,000	264,095	-0,133	43,867	1924,284	262,245
48	480	699	46,600	269,714	-0,133	46,467	2159,151	268,607



## q. Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 7 hari sampel 2

m	Beban	M7. 02	L=15 cm	A=179,1507	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^3$	$10^{-3}$	MPa ( $10^1$ )		$10^{-3}$	$10^{-6}$	MPa ( $10^1$ )
1	10	6	0,400	5,582	0,067	0,467	0,218	4,652
2	20	13	0,867	11,164	0,067	0,933	0,871	9,270
3	30	22	1,467	16,746	0,067	1,533	2,351	15,155
4	40	32	2,133	22,328	0,067	2,200	4,840	21,628
5	50	45	3,000	27,909	0,067	3,067	9,404	29,936
6	60	54	3,600	33,491	0,067	3,667	13,444	35,618
7	70	66	4,400	39,073	0,067	4,467	19,951	43,105
8	80	75	5,000	44,655	0,067	5,067	25,671	48,654
9	90	86	5,733	50,237	0,067	5,800	33,640	55,357
10	100	93	6,200	55,819	0,067	6,267	39,271	59,578
11	110	104	6,933	61,401	0,067	7,000	49,000	66,142
12	120	110	7,333	66,983	0,067	7,400	54,760	69,686
13	130	119	7,933	72,565	0,067	8,000	64,000	74,954
14	140	128	8,533	78,146	0,067	8,600	73,960	80,164
15	150	135	9,000	83,728	0,067	9,067	82,204	84,178
16	160	145	9,667	89,310	0,067	9,733	94,738	89,851
17	170	153	10,200	94,892	0,067	10,267	105,404	94,338
18	180	163	10,867	100,474	0,067	10,933	119,538	99,884
19	190	175	11,667	106,056	0,067	11,733	137,671	106,445
20	200	186	12,400	111,638	0,067	12,467	155,418	112,370
21	210	195	13,000	117,220	0,067	13,067	170,738	117,154
22	220	206	13,733	122,802	0,067	13,800	190,440	122,924
23	230	218	14,533	128,384	0,067	14,600	213,160	129,120
24	240	227	15,133	133,965	0,067	15,200	231,040	133,700
25	250	240	16,000	139,547	0,067	16,067	258,138	140,215
26	260	252	16,800	145,129	0,067	16,867	284,484	146,123
27	270	262	17,467	150,711	0,067	17,533	307,418	150,968
28	280	275	18,333	156,293	0,067	18,400	338,560	157,161
29	290	285	19,000	161,875	0,067	19,067	363,538	161,843
30	300	303	20,200	167,457	0,067	20,267	410,738	170,094
31	310	306	20,400	173,039	0,067	20,467	418,884	171,446
32	320	315	21,000	178,621	0,067	21,067	443,804	175,466
33	330	324	21,600	184,202	0,067	21,667	469,444	179,429
34	340	340	22,667	189,784	0,067	22,733	516,804	186,332
35	350	355	23,667	195,366	0,067	23,733	563,271	192,639
36	360	370	24,667	200,948	0,067	24,733	611,738	198,787
37	370	387	25,800	206,530	0,067	25,867	669,084	205,563
38	380	398	26,533	212,112	0,067	26,600	707,560	209,838
39	390	415	27,667	217,694	0,067	27,733	769,138	216,276
40	400	435	29,000	223,276	0,067	29,067	844,871	223,589
41	410	452	30,133	228,858	0,067	30,200	912,040	229,583
42	420	466	31,067	234,439	0,067	31,133	969,284	234,365
43	430	485	32,333	240,021	0,067	32,400	1049,760	240,634
44	440	504	33,600	245,603	0,067	33,667	1133,444	246,646
45	450	520	34,667	251,185	0,067	34,733	1206,404	251,512
46	460	538	35,867	256,767	0,067	35,933	1291,204	256,769

## q. Lanjutan Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 7 hari sampel 2

47	470	565	37,667	262,349	0,067	37,733	1423,804	264,225
48	480	582	38,800	267,931	0,067	38,867	1510,618	268,655
49	490	598	39,867	273,513	0,067	39,933	1594,671	272,637
50	495	605	40,333	276,304	0,067	40,400	1632,160	274,322
51	500	625	41,667	279,095	0,067	41,733	1741,671	278,947
52	510	650	43,333	284,677	0,067	43,400	1883,560	284,329
53	520	675	45,000	290,258	0,067	45,067	2031,004	289,269
54	525	720	48,000	293,049	0,067	48,067	2310,404	297,047





## r. Silinder beton berugrat kasar batu Manyaran umur 7 hari sampel 3

m	Beban	M7. 03	L=15 cm	A=178.6765	Koreksi	ε Koreksi	(ε Koreksi) <sup>2</sup>	σ Regresi
	KN	$\Delta$	ε	σ				
		10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	MPa (10 <sup>4</sup> )		10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	MPa (10 <sup>4</sup> )
1	10	9	0,600	5,597	-0,333	0,267	0,071	3,243
2	20	13	0,867	11,193	-0,333	0,533	0,284	6,470
3	30	21	1,400	16,790	-0,333	1,067	1,138	12,871
4	40	30	2,000	22,387	-0,333	1,667	2,778	19,990
5	50	36	2,400	27,984	-0,333	2,067	4,271	24,688
6	60	45	3,000	33,580	-0,333	2,667	7,111	31,662
7	70	54	3,600	39,177	-0,333	3,267	10,671	38,550
8	80	60	4,000	44,774	-0,333	3,667	13,444	43,094
9	90	69	4,600	50,370	-0,333	4,267	18,204	49,837
10	100	75	5,000	55,967	-0,333	4,667	21,778	54,284
11	110	83	5,533	61,564	-0,333	5,200	27,040	60,153
12	120	90	6,000	67,160	-0,333	5,667	32,111	65,232
13	130	99	6,600	72,757	-0,333	6,267	39,271	71,686
14	140	106	7,067	78,354	-0,333	6,733	45,338	76,645
15	150	115	7,667	83,951	-0,333	7,333	53,778	82,944
16	160	124	8,267	89,547	-0,333	7,933	62,938	89,157
17	170	131	8,733	95,144	-0,333	8,400	70,560	93,928
18	180	140	9,333	100,741	-0,333	9,000	81,000	99,986
19	190	144	9,600	106,337	-0,333	9,267	85,871	102,651
20	200	155	10,333	111,934	-0,333	10,000	100,000	109,890
21	210	165	11,000	117,531	-0,333	10,667	113,778	116,358
22	220	176	11,733	123,128	-0,333	11,400	129,960	123,350
23	230	184	12,267	128,724	-0,333	11,933	142,404	128,353
24	240	194	12,933	134,321	-0,333	12,600	158,760	134,511
25	250	202	13,467	139,918	-0,333	13,133	172,484	139,359
26	260	215	14,333	145,514	0,333	14,000	196,000	147,092
27	270	225	15,000	151,111	-0,333	14,667	215,111	152,918
28	280	236	15,733	156,708	-0,333	15,400	237,160	159,202
29	290	247	16,467	162,305	-0,333	16,133	260,284	165,356
30	300	259	17,267	167,901	-0,333	16,933	286,738	171,921
31	310	265	17,667	173,498	-0,333	17,333	300,444	175,146
32	320	269	17,933	179,095	-0,333	17,600	309,760	177,275
33	330	281	18,733	184,691	-0,333	18,400	338,560	183,558
34	340	290	19,333	190,288	-0,333	19,000	361,000	188,168
35	350	305	20,333	195,885	-0,333	20,000	400,000	195,660
36	360	320	21,333	201,481	-0,333	21,000	441,000	202,910
37	370	334	22,267	207,078	-0,333	21,933	481,071	209,460
38	380	340	22,667	212,675	-0,333	22,333	498,778	212,202
39	390	352	23,467	218,272	-0,333	23,133	535,151	217,572
40	400	365	24,333	223,868	-0,333	24,000	576,000	223,214
41	410	385	25,667	229,465	-0,333	25,333	641,778	231,542
42	420	398	26,533	235,062	-0,333	26,200	686,440	236,724
43	430	415	27,667	240,658	-0,333	27,333	747,111	243,228
44	440	426	28,400	246,255	-0,333	28,067	787,738	247,272
45	450	443	29,533	251,852	-0,333	29,200	852,640	253,266

*r. Lanjutan Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 7 hari sampel 3*

46	460	459	30,600	257,449	-0,333	30,267	916,071	258,624
47	470	473	31,533	263,045	-0,333	31,200	973,440	263,087
48	480	486	32,400	268,642	-0,333	32,067	1028,271	267,044
49	490	498	33,200	274,239	-0,333	32,867	1080,218	270,535
50	495	510	34,000	277,037	-0,333	33,667	1133,444	273,872



## s. Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 28 hari sampel 1

m	Beban	M28. 01	L=15 cm	A=174,4364	Koreksi	ε Koreksi	(ε Koreksi) <sup>2</sup>	σ Regresi
	KN	$\Delta$	ε	σ				
		10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-3</sup>	MPa (10 <sup>1</sup> )		10 <sup>-3</sup>	10 <sup>6</sup>	MPa (10 <sup>1</sup> )
1	10	9	0,600	5,733	-0,400	0,200	0,040	2,109
2	20	12	0,800	11,465	-0,400	0,400	0,160	4,212
3	30	25	1,667	17,198	-0,400	1,267	1,604	13,254
4	40	33	2,200	22,931	-0,400	1,800	3,240	18,762
5	50	40	2,667	28,664	-0,400	2,267	5,138	23,546
6	60	50	3,333	34,396	-0,400	2,933	8,604	30,322
7	70	56	3,733	40,129	-0,400	3,333	11,111	34,356
8	80	67	4,467	45,862	-0,400	4,067	16,538	41,687
9	90	74	4,933	51,595	-0,400	4,533	20,551	46,310
10	100	83	5,533	57,327	-0,400	5,133	26,351	52,205
11	110	91	6,067	63,060	-0,400	5,667	32,111	57,400
12	120	103	6,867	68,793	-0,400	6,467	41,818	65,110
13	130	112	7,467	74,526	-0,400	7,067	49,938	70,829
14	140	121	8,067	80,258	-0,400	7,667	58,778	76,493
15	150	130	8,667	85,991	-0,400	8,267	68,338	82,102
16	160	140	9,333	91,724	-0,400	8,933	79,804	88,271
17	170	149	9,933	97,457	-0,400	9,533	90,884	93,765
18	180	159	10,600	103,189	-0,400	10,200	104,040	99,805
19	190	171	11,400	108,922	-0,400	11,000	121,000	106,964
20	200	180	12,000	114,655	-0,400	11,600	134,560	112,269
21	210	192	12,800	120,388	-0,400	12,400	153,760	119,258
22	220	198	13,200	126,120	-0,400	12,800	163,840	122,716
23	230	219	14,600	131,853	-0,400	14,200	201,640	134,627
24	240	227	15,133	137,586	-0,400	14,733	217,071	139,087
25	250	234	15,600	143,319	-0,400	15,200	231,040	142,953
26	260	244	16,267	149,051	-0,400	15,867	251,751	148,419
27	270	254	16,933	154,784	-0,400	16,533	273,351	153,817
28	280	266	17,733	160,517	-0,400	17,333	300,444	160,206
29	290	277	18,467	166,250	-0,400	18,067	326,404	165,977
30	300	287	19,133	171,982	-0,400	18,733	350,938	171,153
31	310	299	19,933	177,715	-0,400	19,533	381,551	177,274
32	320	311	20,733	183,448	-0,400	20,333	413,444	183,298
33	330	321	21,400	189,181	-0,400	21,000	441,000	188,244
34	340	334	22,267	194,913	-0,400	21,867	478,151	194,573
35	350	344	22,933	200,646	-0,400	22,533	507,751	199,363
36	360	351	23,400	206,379	-0,400	23,000	529,000	202,676
37	370	368	24,533	212,112	-0,400	24,133	582,418	210,584
38	380	376	25,067	217,844	-0,400	24,667	608,444	214,238
39	390	389	25,933	223,577	-0,400	25,533	651,951	220,084
40	400	406	27,067	229,310	-0,400	26,667	711,111	227,556
41	410	416	27,733	235,043	-0,400	27,333	747,111	231,860
42	420	430	28,667	240,775	-0,400	28,267	799,004	237,772
43	430	443	29,533	246,508	-0,400	29,133	848,751	243,143
44	440	458	30,533	252,241	-0,400	30,133	908,018	249,199
45	450	469	31,267	257,974	-0,400	30,867	952,751	253,543
46	460	484	32,267	263,706	-0,400	31,867	1015,484	259,335

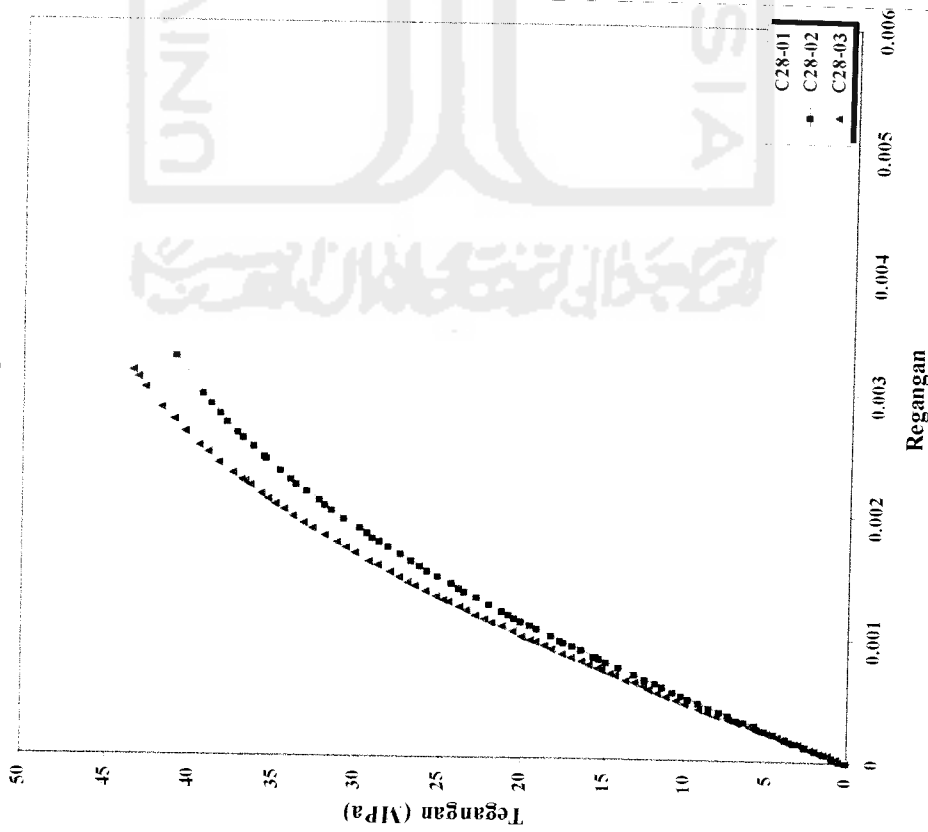
## t. Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 28 hari sampel 2

m	Beban	M28. 02	L=15 cm	A=177,0215	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )		$10^{-3}$	$10^4$	MPa ( $10^{-1}$ )
1	10	9	0,600	5,649	0,000	0,600	0,360	6,958
2	20	18	1,200	11,298	0,000	1,200	1,440	13,802
3	30	26	1,733	16,947	0,000	1,733	3,004	19,790
4	40	34	2,267	22,596	0,000	2,267	5,138	25,687
5	50	39	2,600	28,245	0,000	2,600	6,760	29,327
6	60	46	3,067	33,894	0,000	3,067	9,404	34,364
7	70	54	3,600	39,543	0,000	3,600	12,960	40,036
8	80	62	4,133	45,192	0,000	4,133	17,084	45,617
9	90	70	4,667	50,841	0,000	4,667	21,778	51,109
10	100	77	5,133	56,490	0,000	5,133	26,351	55,840
11	110	86	5,733	62,139	0,000	5,733	32,871	61,821
12	120	95	6,333	67,788	0,000	6,333	40,111	67,688
13	130	104	6,933	73,437	0,000	6,933	48,071	73,440
14	140	112	7,467	79,086	0,000	7,467	55,751	78,458
15	150	121	8,067	84,735	0,000	8,067	65,071	83,995
16	160	128	8,533	90,384	0,000	8,533	72,818	88,223
17	170	139	9,267	96,034	0,000	9,267	85,871	94,727
18	180	147	9,800	101,683	0,000	9,800	96,040	99,350
19	190	159	10,600	107,332	0,000	10,600	112,360	106,115
20	200	169	11,267	112,981	0,000	11,267	126,938	111,598
21	210	181	12,067	118,630	0,000	12,067	145,604	117,991
22	220	191	12,733	124,279	0,000	12,733	162,138	123,163
23	230	202	13,467	129,928	0,000	13,467	181,351	128,690
24	240	212	14,133	135,577	0,000	14,133	199,751	133,566
25	250	224	14,933	141,226	0,000	14,933	223,004	139,232
26	260	239	15,933	146,875	0,000	15,933	253,871	146,029
27	270	256	17,067	152,524	0,000	17,067	291,271	153,348
28	280	271	18,067	158,173	0,000	18,067	326,404	159,468
29	290	286	19,067	163,822	0,000	19,067	363,538	165,270
30	300	299	19,933	169,471	0,000	19,933	397,338	170,043
31	310	322	21,467	175,120	0,000	21,467	460,818	177,903
32	320	339	22,600	180,769	0,000	22,600	510,760	183,233
33	330	341	22,733	186,418	0,000	22,733	516,804	183,833
34	340	382	25,467	192,067	0,000	25,467	648,551	194,896
35	350	412	27,467	197,716	0,000	27,467	754,418	201,490
36	360	436	29,067	203,365	0,000	29,067	844,871	205,851
37	370	461	30,733	209,014	0,000	30,733	944,538	209,530
38	380	506	33,733	214,663	0,000	33,733	1137,938	213,933
39	390	532	35,467	220,312	0,000	35,467	1257,884	215,176

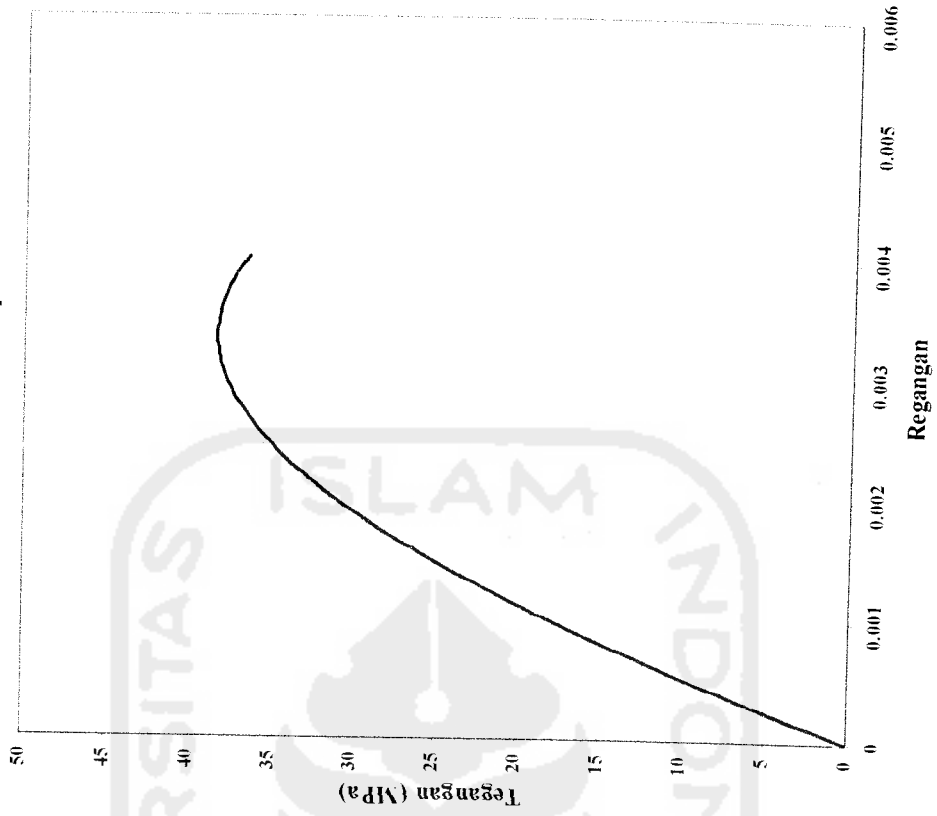
## u. Silinder beton beragregat kasar batu Manyaran umur 28 hari sampel 3

m	Beban	M28. 03	L=15 cm	A=177,0215	Koreksi	$\epsilon$ Koreksi	$(\epsilon \text{ Koreksi})^2$	$\sigma$ Regresi
	KN	$\Delta$	$\epsilon$	$\sigma$				
		$10^{-3}$	$10^{-3}$	MPa ( $10^{-1}$ )		$10^{-3}$	$10^6$	MPa ( $10^{-1}$ )
1	10	8	0,533	5,649	0,000	0,533	0,284	6,136
2	20	16	1,067	11,298	0,000	1,067	1,138	12,193
3	30	24	1,600	16,947	0,000	1,600	2,560	18,172
4	40	32	2,133	22,596	0,000	2,133	4,551	24,071
5	50	38	2,533	28,245	0,000	2,533	6,418	28,444
6	60	45	3,000	33,894	0,000	3,000	9,000	33,490
7	70	54	3,600	39,543	0,000	3,600	12,960	39,888
8	80	63	4,200	45,192	0,000	4,200	17,640	46,187
9	90	70	4,667	50,841	0,000	4,667	21,778	51,017
10	100	78	5,200	56,490	0,000	5,200	27,040	56,463
11	110	87	5,800	62,139	0,000	5,800	33,640	62,496
12	120	94	6,267	67,788	0,000	6,267	39,271	67,119
13	130	104	6,933	73,437	0,000	6,933	48,071	73,618
14	140	113	7,533	79,086	0,000	7,533	56,751	79,363
15	150	119	7,933	84,735	0,000	7,933	62,938	83,137
16	160	129	8,600	90,384	0,000	8,600	73,960	89,329
17	170	139	9,267	96,034	0,000	9,267	85,871	95,397
18	180	146	9,733	101,683	0,000	9,733	94,738	99,572
19	190	158	10,533	107,332	0,000	10,533	110,951	106,588
20	200	166	11,067	112,981	0,000	11,067	122,471	111,166
21	210	178	11,867	118,630	0,000	11,867	140,818	117,887
22	220	186	12,400	124,279	0,000	12,400	153,760	122,268
23	230	193	12,867	129,928	0,000	12,867	165,551	126,038
24	240	206	13,733	135,577	0,000	13,733	188,604	132,878
25	250	218	14,533	141,226	0,000	14,533	211,218	139,007
26	260	232	15,467	146,875	0,000	15,467	239,218	145,933
27	270	243	16,200	152,524	0,000	16,200	262,440	151,206
28	280	255	17,000	158,173	0,000	17,000	289,000	156,788
29	290	268	17,867	163,822	0,000	17,867	319,218	162,635
30	300	274	18,267	169,471	0,000	18,267	333,671	165,263
31	310	296	19,733	175,120	0,000	19,733	389,404	174,521
32	320	312	20,800	180,769	0,000	20,800	432,640	180,879
33	330	326	21,733	186,418	0,000	21,733	472,338	186,184
34	340	344	22,933	192,067	0,000	22,933	525,938	192,650
35	350	367	24,467	197,716	0,000	24,467	598,618	200,331
36	360	384	25,600	203,365	0,000	25,600	655,360	205,590
37	370	412	27,467	209,014	0,000	27,467	754,418	213,474
38	380	439	29,267	214,663	0,000	29,267	856,538	220,163
39	390	456	30,400	220,312	0,000	30,400	924,160	223,913
40	400	484	32,267	225,961	0,000	32,267	1041,138	229,314
41	410	519	34,600	231,610	0,000	34,600	1197,160	234,707
42	420	552	36,800	237,259	0,000	36,800	1354,240	238,410
43	430	609	40,600	242,908	0,000	40,600	1648,360	241,645
44	440	672	44,800	248,557	0,000	44,800	2007,040	240,563

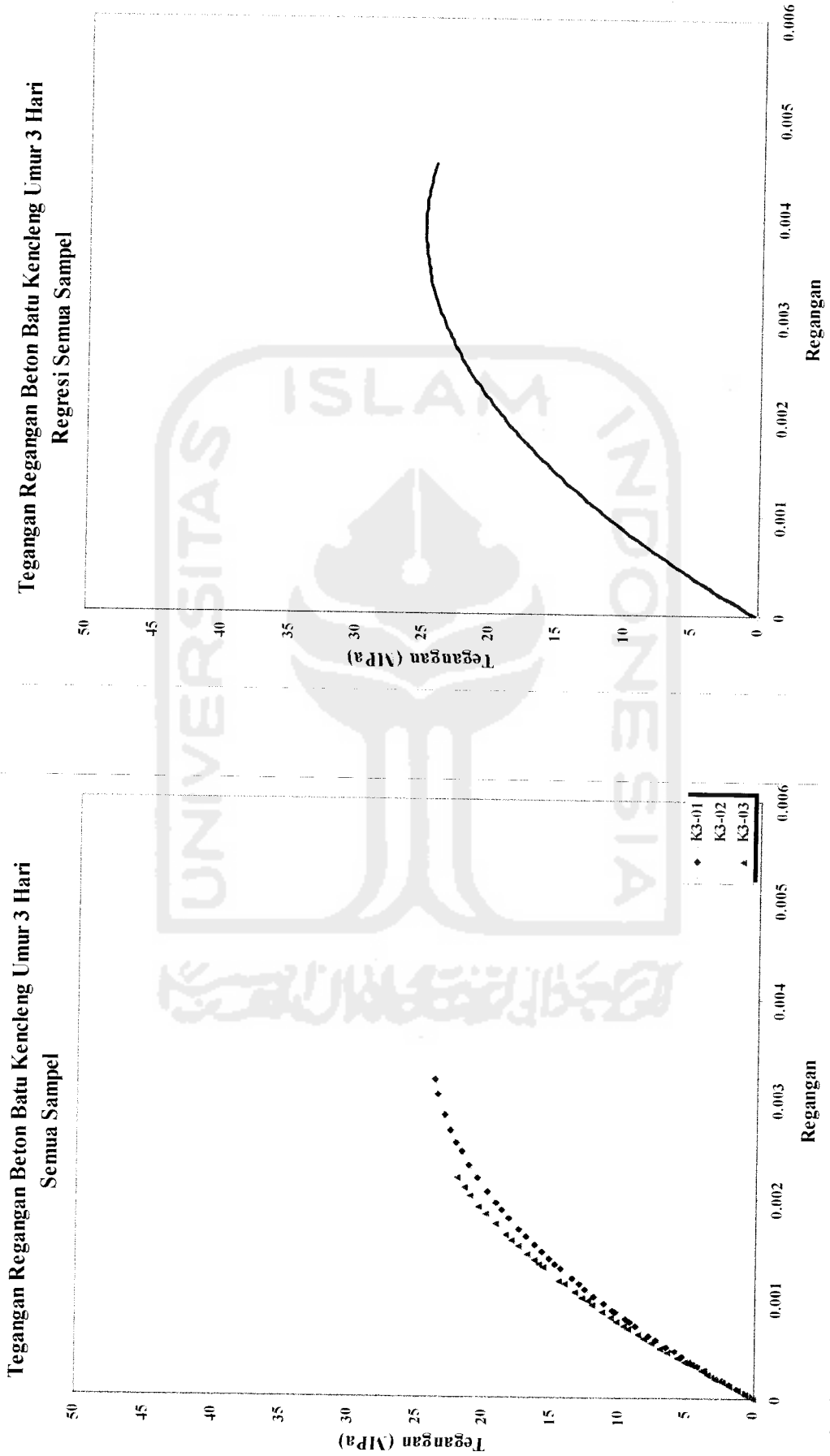
Tegangan Regangan Beton Batu Clereng Umur 28 Hari  
Semua Sampel



Tegangan Regangan Beton Batu Clereng Umur 28 Hari  
Regresi Semua Sampel

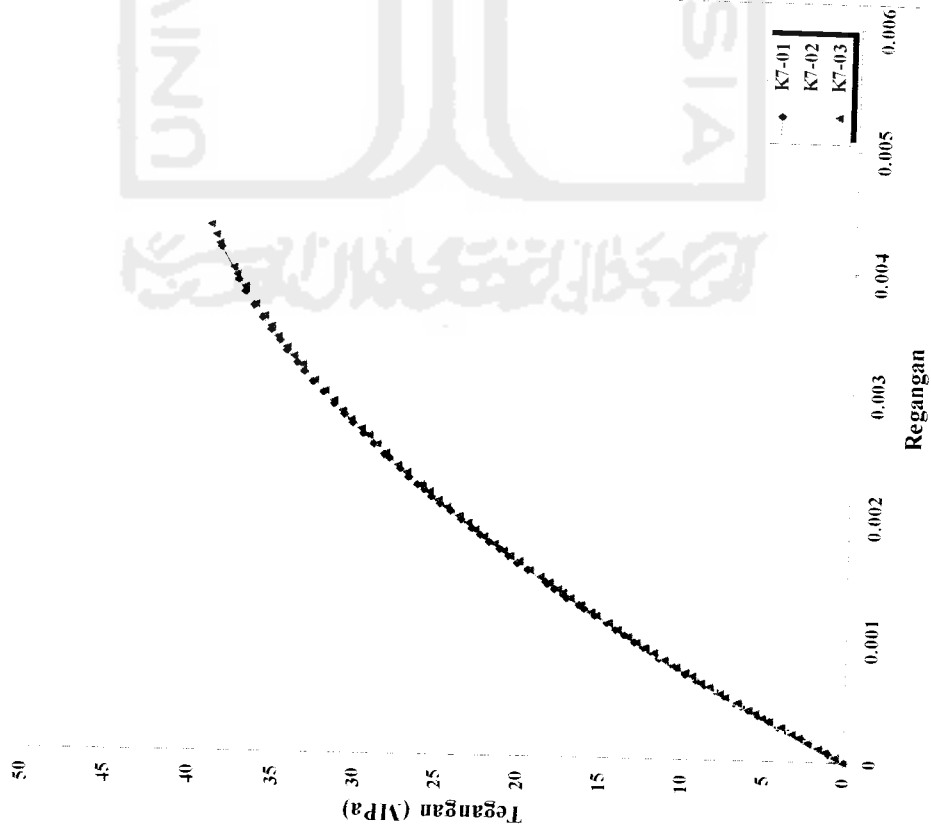


Grafik regresi tegangan regangan silinder beton semua sampel dengan agregat kasar batu Clereng umur 28 hari

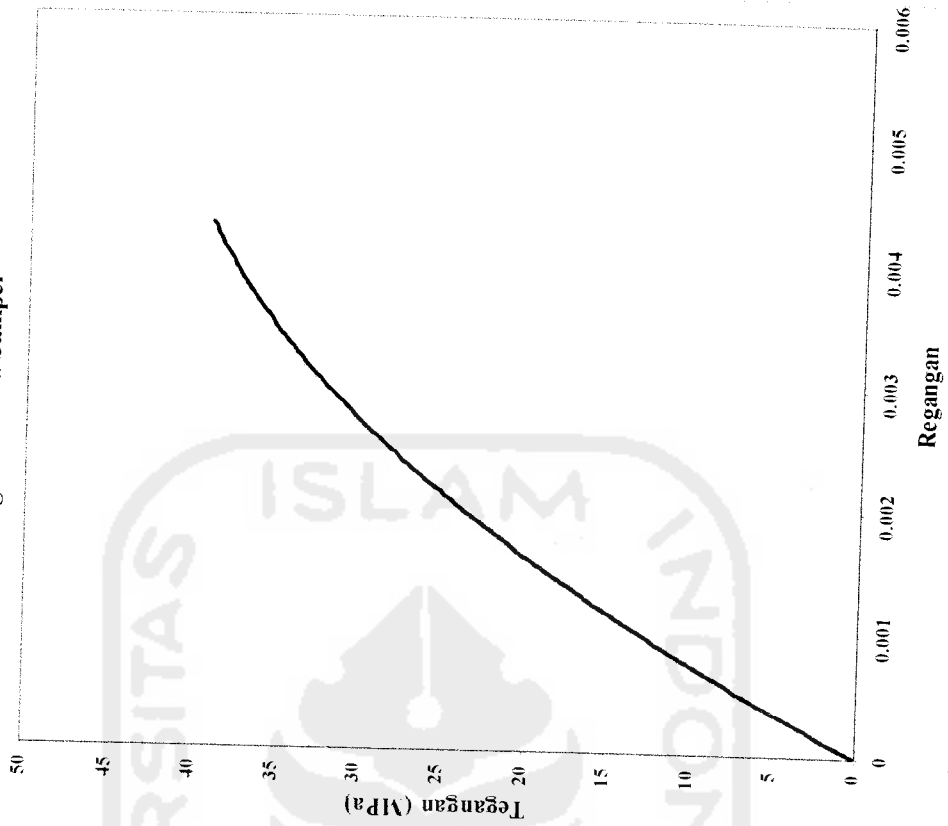


Grafik regresi tegangan regangan silinder beton semua sampel dengan agregat kasar batu Kenceng umur 3 hari

Tegangan Regangan Beton Batu Kenclog Umur 7 Hari  
Semua Sampel



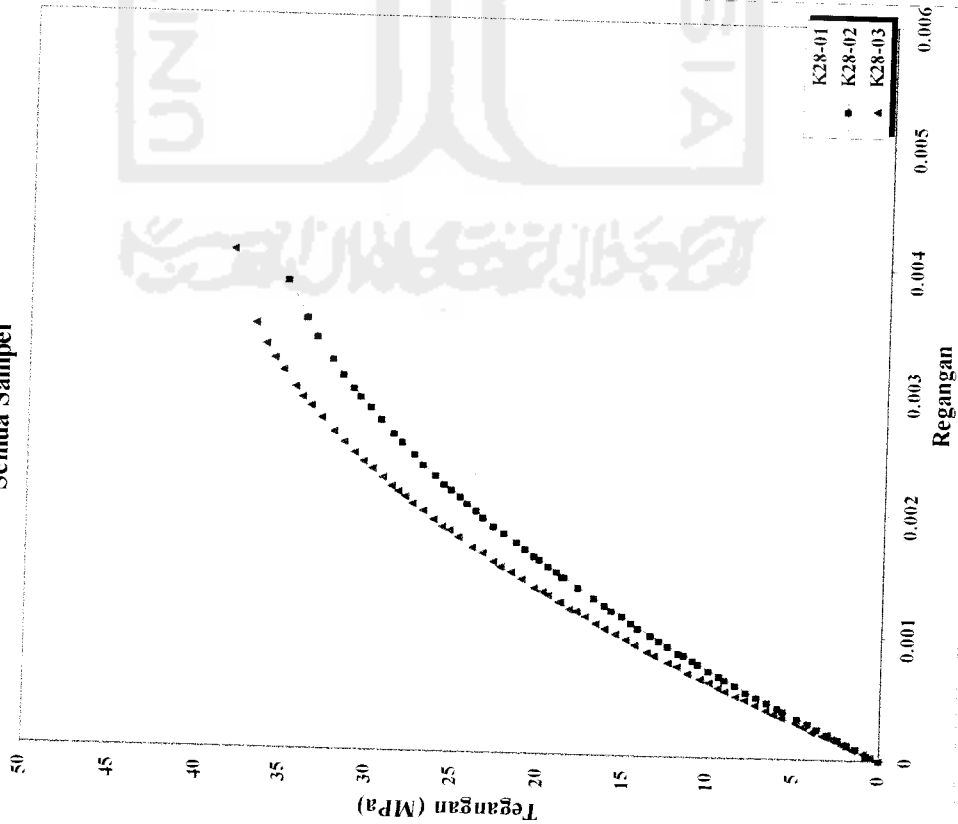
Tegangan Regangan Beton Batu Kenclog Umur 7 Hari  
Regresi Semua Sampel



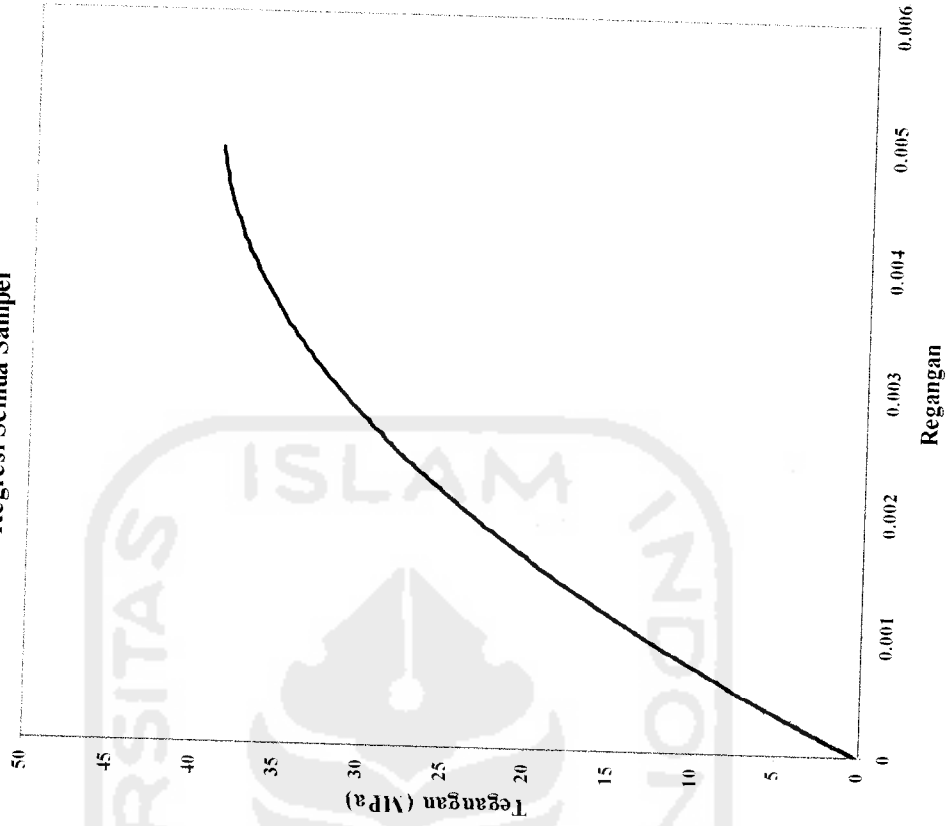
Grafik regresi tegangan regangan silinder beton semua sampel dengan agregat kasar batu Kenclog umur 7 hari



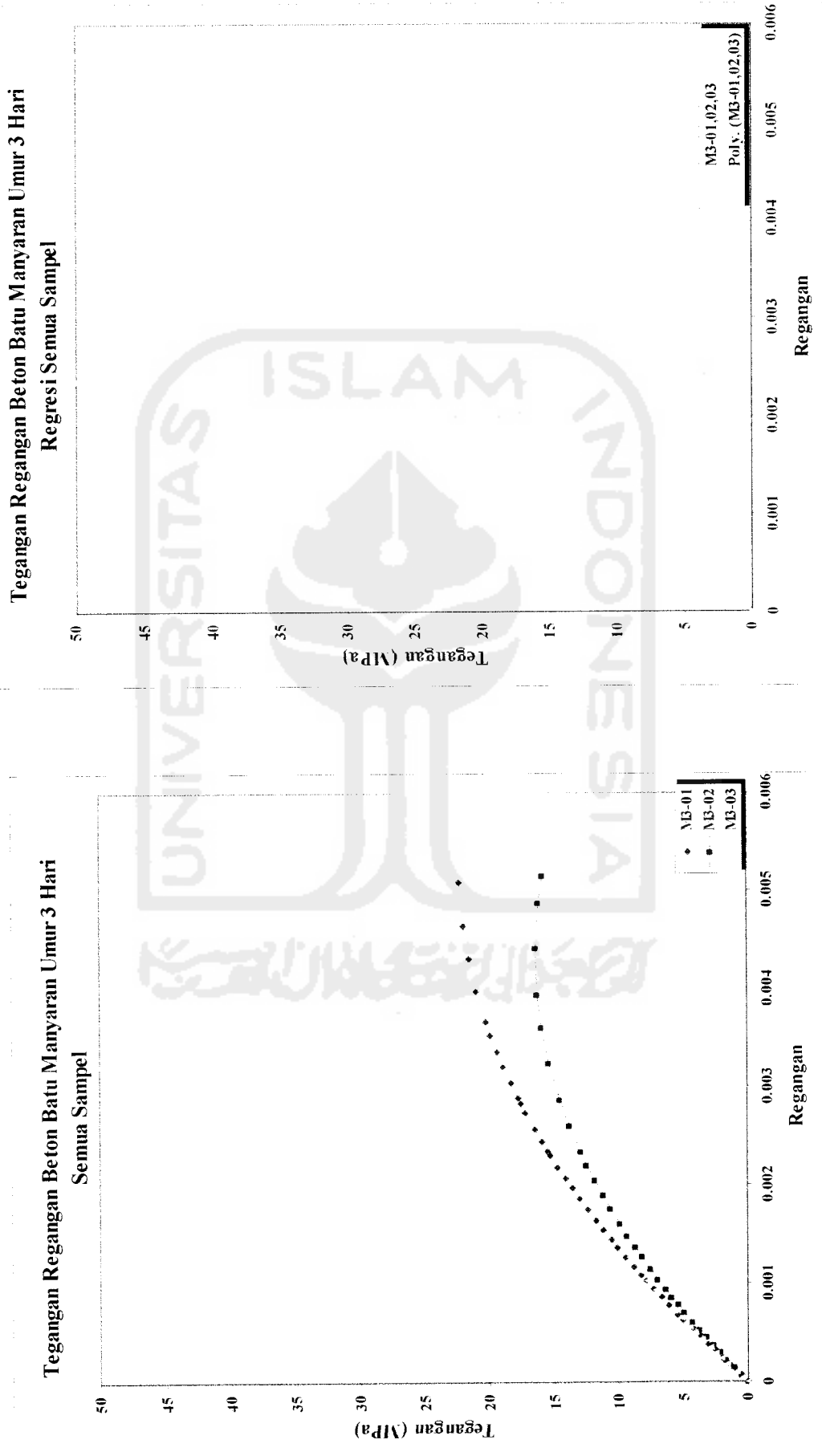
Tegangan Regangan Beton Batu Kenceng Umur 28 Hari  
Semua Sampel



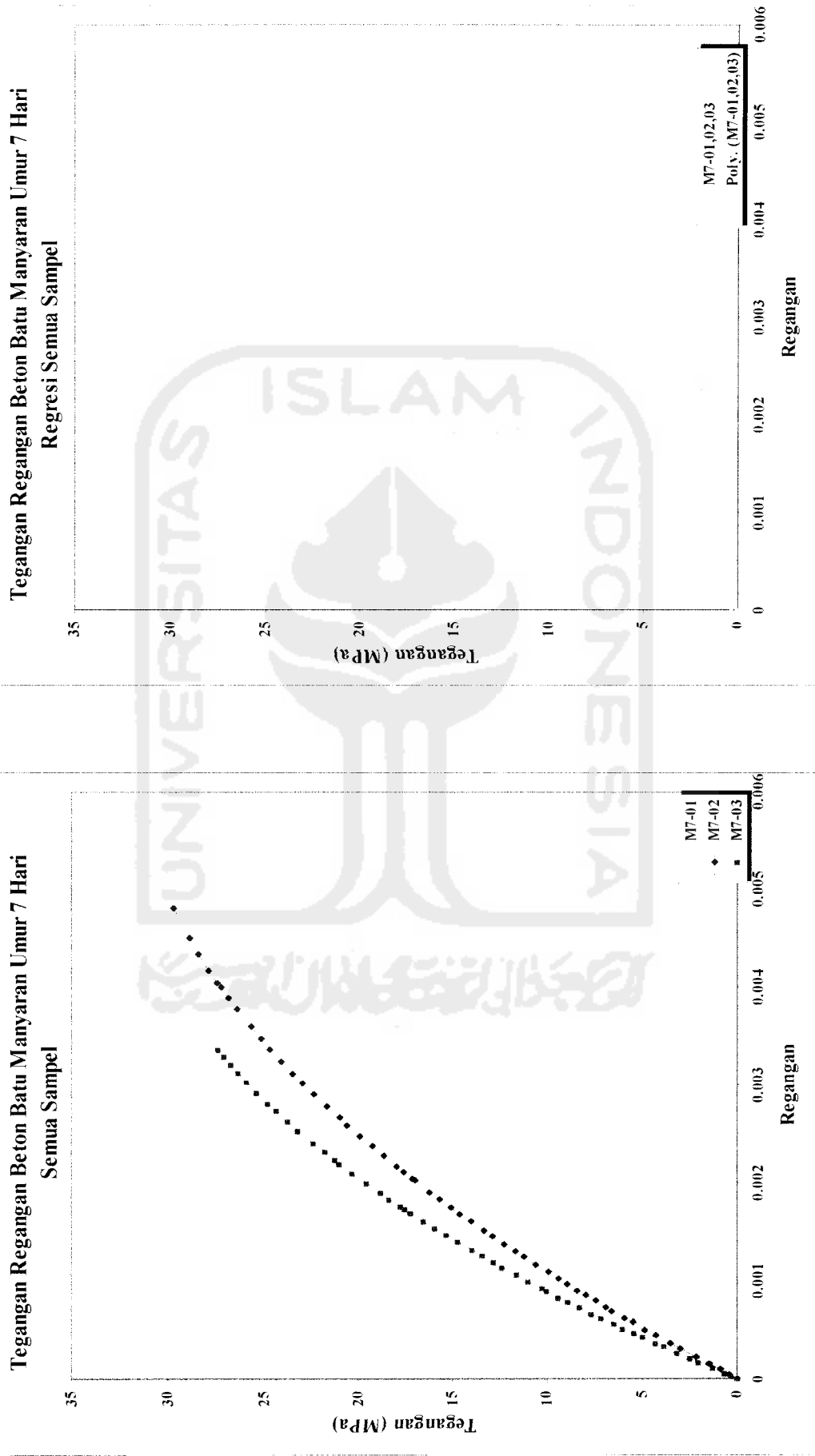
Tegangan Regangan Beton Batu Kenceng Umur 28 Hari  
Regresi Semua Sampel



Grafik regresi tegangan regangan silinder beton semua sampel dengan agregat kasar batu Kenceng umur 28 hari

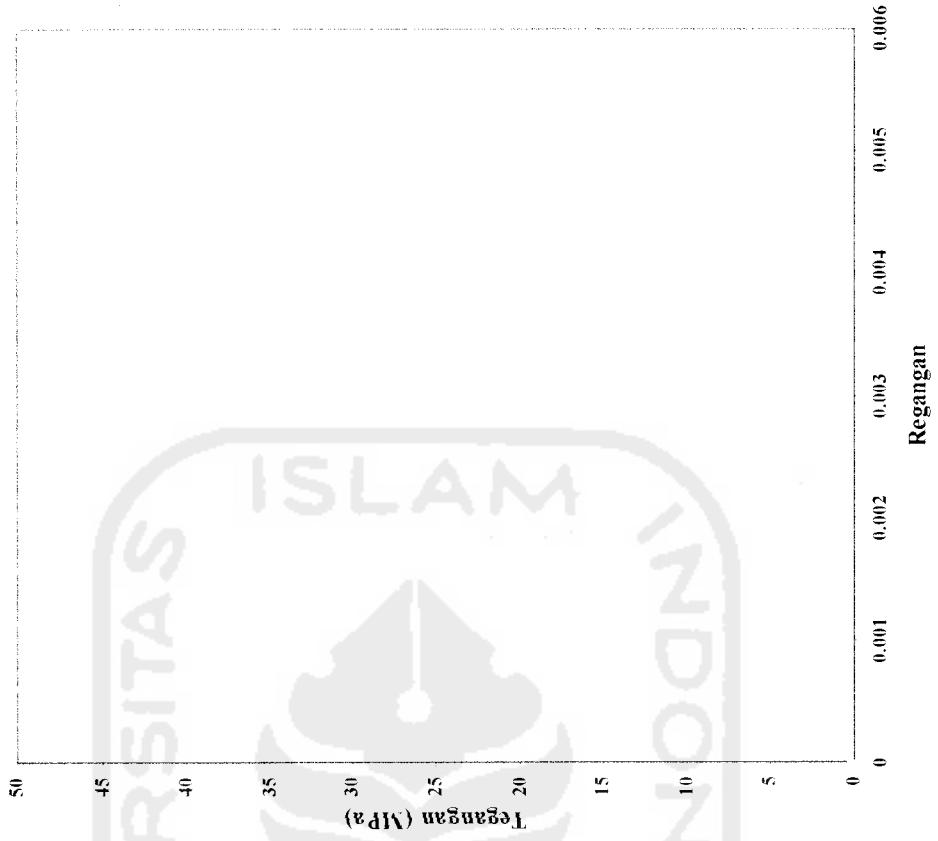


Grafik regresi tegangan regangan silinder beton semua sampel dengan agregat kasar batu Manyanan umur 3 hari

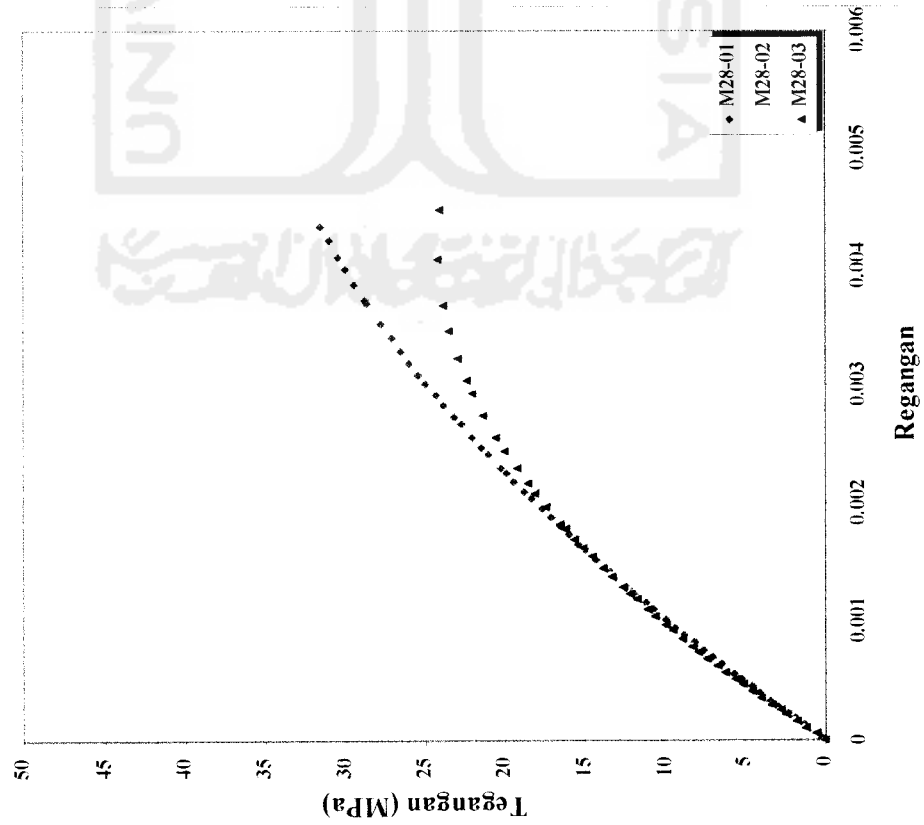


Grafik regresi tegangan regangan silinder beton semua sampel dengan agregat kasar batu Manjaran umur 7 hari

**Tegangan Regangan Beton Batu Manyaran Umur 28 Hari  
Regresi Semua Sampel**



**Tegangan Regangan Beton Batu Manyaran Umur 28 Hari  
Semua Sampel**



Grafik regresi tegangan regangan silinder beton semua sampel dengan agregat kasar batu Manyaran umur 28 hari

### Perhitungan Modulus Elastis Rata – Rata

*a. Silinder beton dengan agregat kasar batu Clereng umur 28 hari*

Sampel	Batas Sebanding			Modulus Elastis (E) (MPa)
	Beban	Tegangan (MPa)	Regangan	
C28.01	340	18.4384	0.0012	15113.4800
C28.02	550	30.7335	0.0019	15842.0200
C28.03	570	31.9882	0.0018	17771.2000
Rata-Rata				16242.2333

*b. Silinder beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 3 hari*

Sampel	Batas Sebanding			Modulus Elastis (E) (MPa)
	Beban	Tegangan (MPa)	Regangan	
K3.01	140	7.7624	0.0006	12386.8000
K3.02	100	5.4273	0.0005	10854.5000
K3.03	200	11.2540	0.0009	12985.3333
Rata-Rata				12075.5444

*c. Silinder beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 7 hari*

Sampel	Batas Sebanding			Modulus Elastis (E) (MPa)
	Beban	Tegangan (MPa)	Regangan	
K7.01	340	18.5152	0.0014	13038.8400
K7.02	270	15.2997	0.0012	12820.9933
K7.03	360	20.1750	0.0016	12715.3600
Rata-Rata				12858.3978

*d. Silinder beton dengan agregat kasar batu Kencleng umur 28 hari*

Sampel	Batas Sebanding			Modulus Elastis (E) (MPa)
	Beban	Tegangan (MPa)	Regangan	
K28.01	120	5.1830	0.0004	12147.5467
K28.02	300	16.8793	0.0013	13186.9600
K28.03	370	20.3538	0.0014	15039.7800
Rata-Rata				13458.0956

*e. Silinder beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 3 hari*

Sampel	Batas Sebanding			Modulus Elastis (E) (MPa)
	Beban	Tegangan (MPa)	Regangan	
M3.01	170	9.450	0.0013	7460.600
M3.02	120	6.3726	0.0009	6731.6067
M3.03	150	8.319	0.0011	7383.4557
Rata-Rata				7191.887

*f. Silinder beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 7 hari*

Sampel	Batas Sebanding			Modulus Elastis (E) (MPa)
	Beban	Tegangan (MPa)	Regangan	
M7.01	250	13.9465	0.0017	7984.6333
M7.02	290	16.1843	0.0019	9183.456
M7.03	190	10.2651	0.0009	11077.4400
Rata-Rata				9183.456

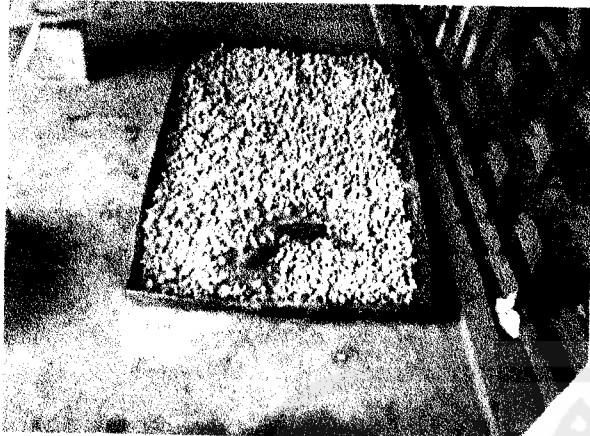
*g. Silinder beton dengan agregat kasar batu Manyaran umur 28 hari*

Sampel	Batas Sebanding			Modulus Elastis (E) (MPa)
	Beban	Tegangan (MPa)	Regangan	
M28.01	220	12.2716	0.0013	9587.2000
M28.02	160	8.8223	0.0009	10338.6133
M28.03	180	9.9572	0.0010	10229.9600
Rata-Rata				10051,924

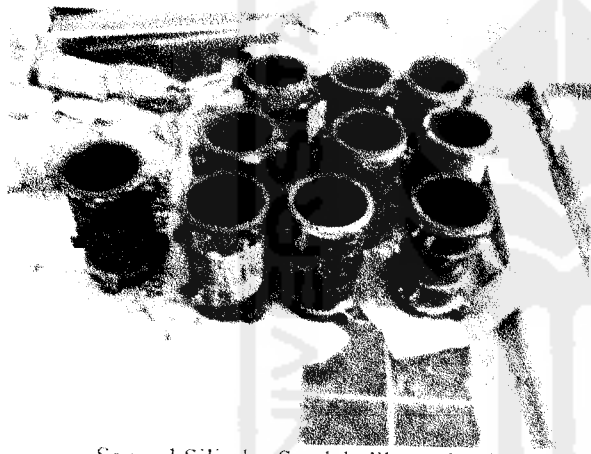




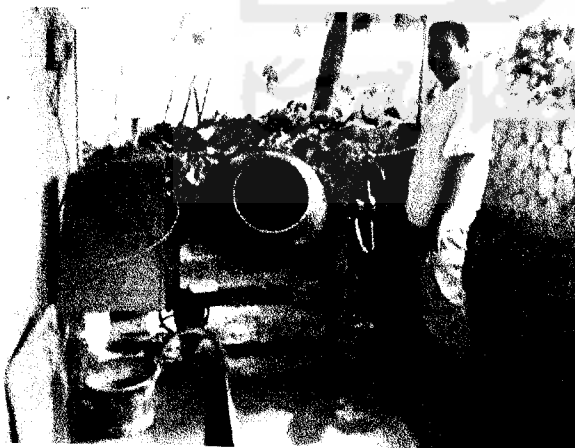




Pengeringan Material



Sampel Silinder Setelah dilumuri Oli



Persiapan Molen



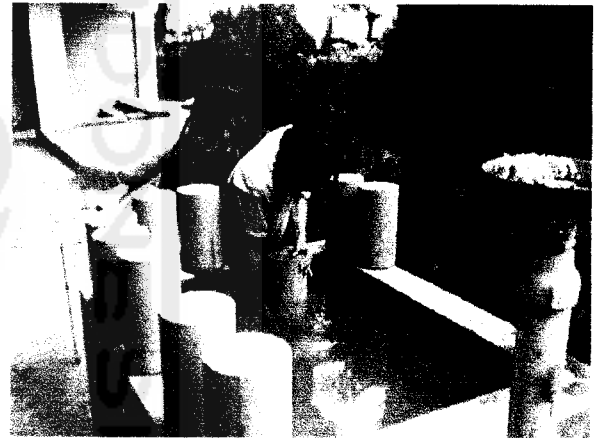
Persiapan Material



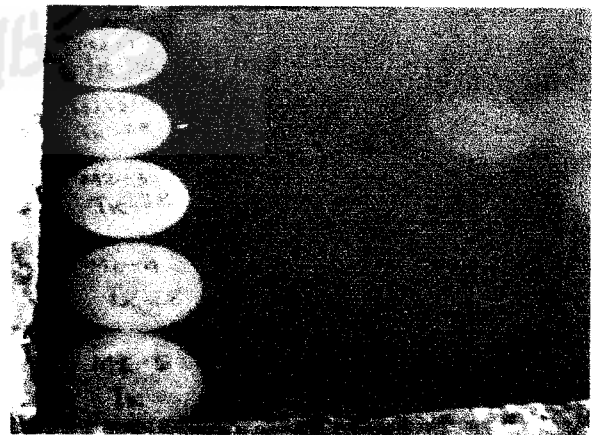
Campuran Material Setelah dimasukan dalam Cetakan Silinder



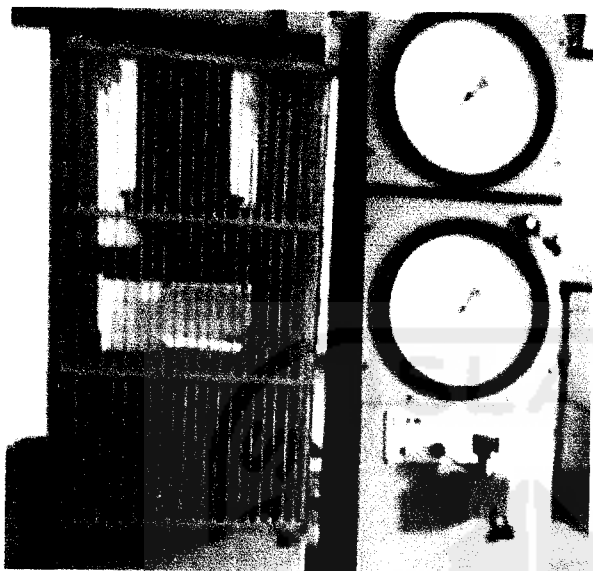
Pengadukan Material



Perendaman Beton



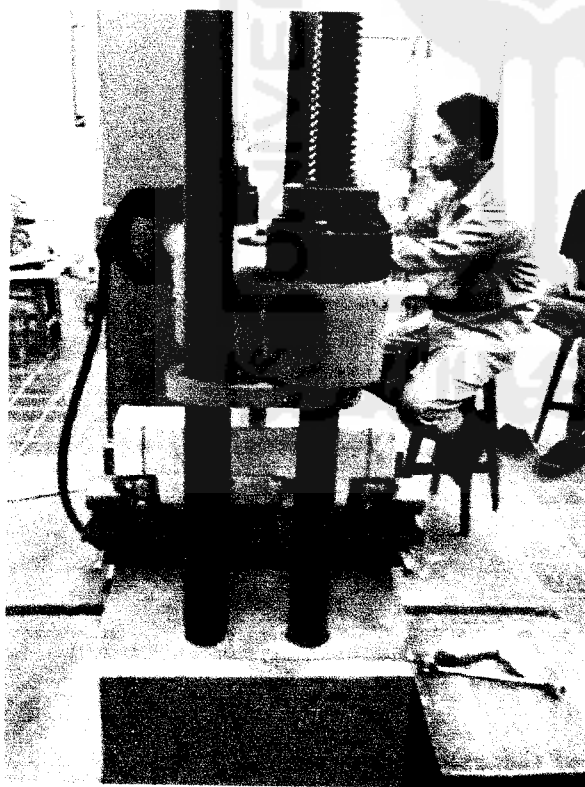
Beton Saat di Rendam



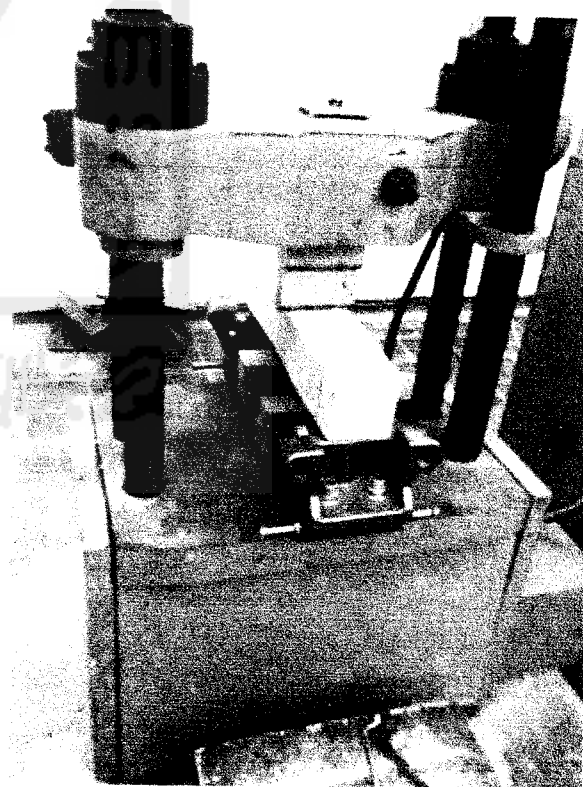
Alat Uji Desak, Tarik, dan Geser



Pengujian Geser



Pengujian Lentur ( Tampak Samping )



Pengujian Lentur ( Tampak Depan )



Desak Kencleng Umur 3 Hari



Desak Kencleng Umur 3 Hari



Desak Manyaran Umur 28 Hari



Desak Manyaran Umur 28 Hari



Desak Manyaran Umur 7 Hari



Desak Manyaran Umur 7 Hari



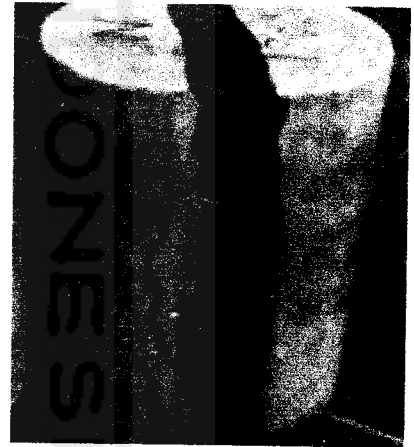
Desak Manyanan Umur 3 Hari



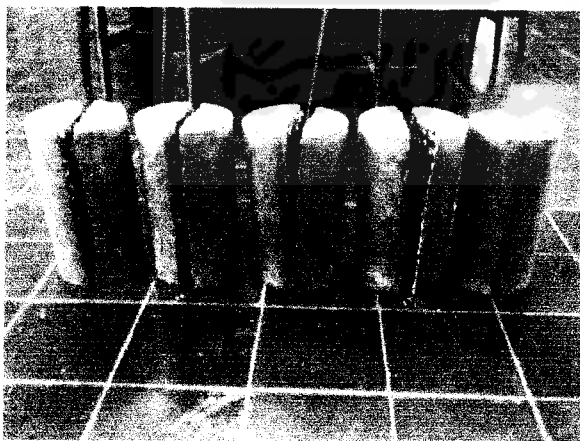
Desak Manyanan Umur 3 Hari



Tarik Clereng Umur 28 Hari



Tarik Clereng Umur 28 Hari



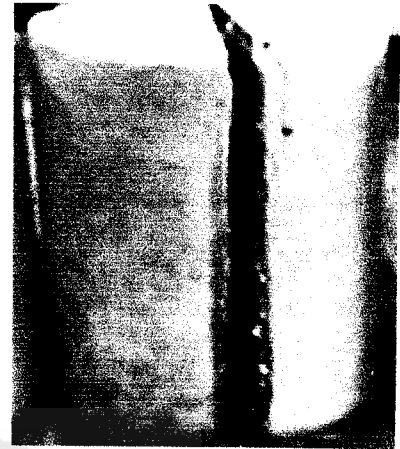
Tarik Kencleng Umur 28 Hari



Tarik Kencleng Umur 28 Hari



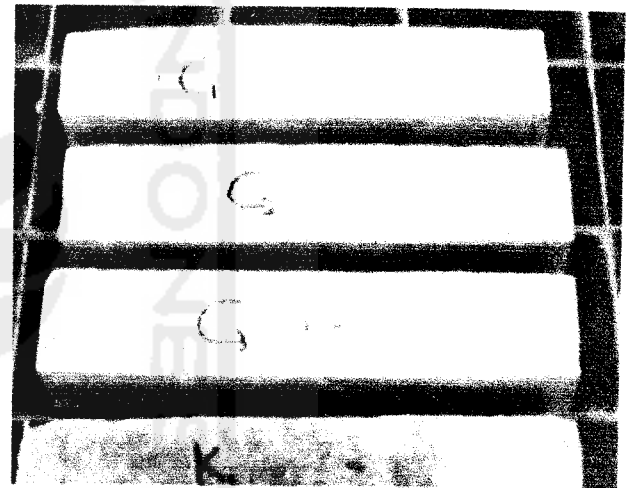
Tarik Manyaran Umur 28 Hari



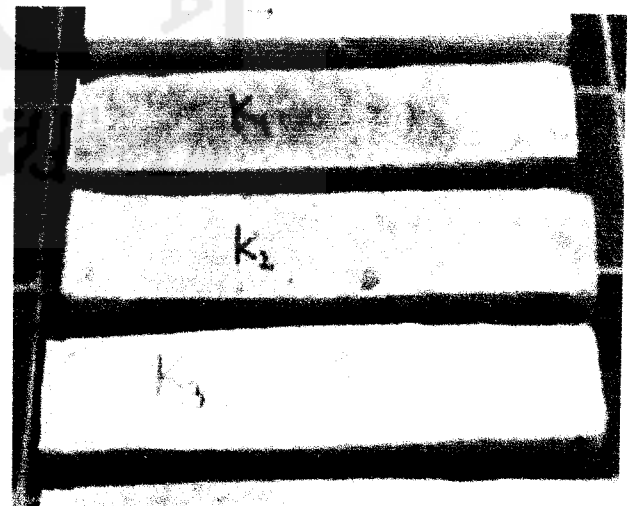
Tarik Manyaran Umur 28 Hari



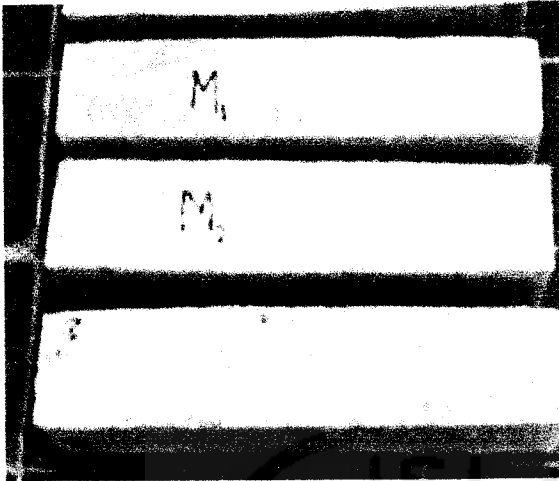
Sampel Balok Lentur



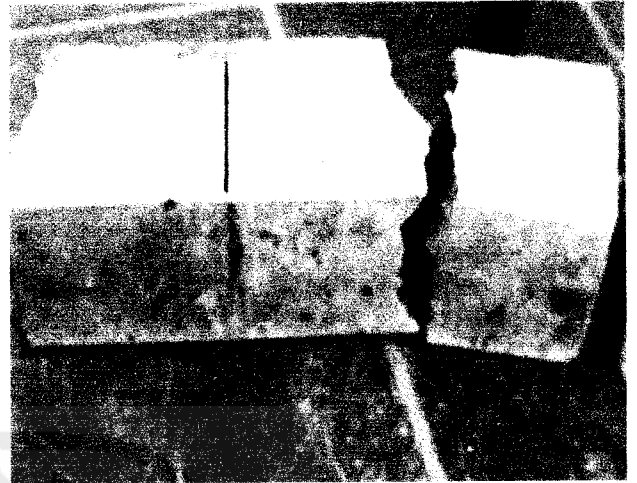
Sampel Balok Lentur Batu Clereng



Sampel Balok Lentur Batu Kencleng



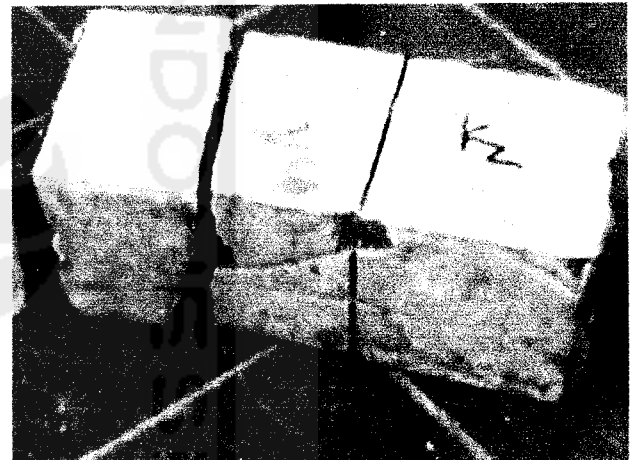
Sampel Balok Lentur Batu Manyaran



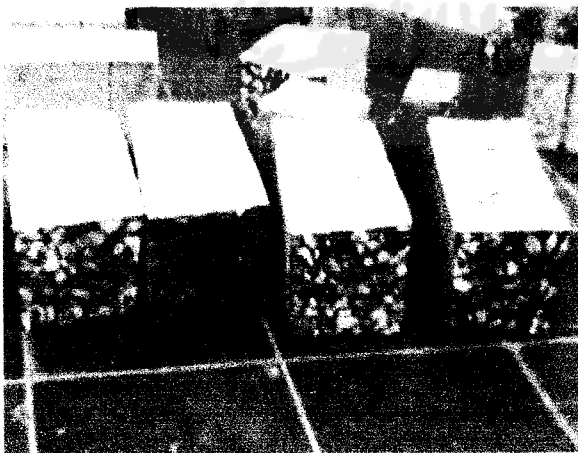
Geser Clereng Umur 28 Hari



Hasil Pengujian Lentur - 1



Geser Kencleng Umur 28 Hari



Hasil Pengujian Lentur - 2



Geser Manyaran Umur 28 Hari