PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 21-05-2005
NO. JUDUL : 000435
NO. INV. : 1200043501
NO. INDUK :

LAPORAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH BAJA (*STEEL SLAG*) UNTUK BAHAN PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA KOMPOSISI CAMPURAN BETON

(PENELITIAN LABORATORIUM)

HAK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh :

1. **Nama : Taufan Hendrajaya**
   No. Mhs. : 97 511 053
   NIRM : 970051013114120046
2. **Nama : Bayu Rahutomo Triyoga**
   No. Mhs. : 97 511 193
   NIRM : 970051013114120388

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2003

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN LIMBAH BAJA (*STEEL SLAG*) UNTUK BAHAN PENGGANTI AGREGAT KASAR PADA KOMPOSISI CAMPURAN BETON

(PENELITIAN LABORATORIUM)

Diajukan Sebagai Persyaratan Memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta

1. **Nama** : **Taufan Hendrajaya**
   No. Mhs. : **97 511 053**
   NIRM : **97005101311412004 6**
2. **Nama** : **Bayu Rahutomo Triyoga**
   No. Mhs. : **97 511 193**
   NIRM : **97005101311412038 8**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. A. Kadir Aboe, MS
Dosen Pembimbing I

Tanggal : 27/05/03

Ir. Helmy Akbar Bale, MT
Dosen Pembimbing II

Tanggal : 27/5 '03

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang berkat rahmat dan hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir dengan judul "Pemanfaatan Limbah Baja (*Steel Slag*) Untuk Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Komposisi Campuran Beton " merupakan salah satu syarat wajib tingkat sarjana pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, yang telah memenuhi syarat akademis untuk memeperoleh gelar Sarjana Teknik.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Atas segala bantuan dan bimbingan tersebut, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. A. Kadir Aboe, MS, selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah memberi bimbingan dan pengarahan.
2. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku dosen pembimbing II dan penguji, atas kritik dan ketelitiannya dalam membimbing penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
3. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT, selaku dosen penguji tugas akhir.
6. Petugas laboran di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

7. Rekan – rekan dan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan.

Akhirnya semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan senantiasa mendapat Ridho – Nya, Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2003

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR LAMPIRAN ix

BAB I Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Lingkup Permasalahan 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Masalah 4

BAB II Tinjauan Pustaka

2.1 Pendahuluan 6

2.2 Pengertian Beton 6

2.3 Bahan-bahan Campuran Beton 9

2.3.1 Semen Portland 10

2.3.2 Air dan Udara 17

2.3.2.1 Air 17

2.3.2.2 Udara 18

2.3.3 Agregat 19

2.3.3.1 Agregat Halus (Pasir) 20

2.3.3.2 Agregat Kasar (Kerikil) 21

2.3.4 Bahan Pengganti Agregat 25

BAB III Landasan Teori

3.1 Kekuatan Beton 27

3.1.1 Pengaruh *fas* Terhadap Kekuatan Beton 29

3.1.2 Pengaruh Bentuk Butiran Agregat Kasar Pada Kekuatan Beton 33

3.1.3 Pengaruh Perawatan Beton (*Curring*) pada Kekuatan Beton 39

3.1.4 Pengaruh Temperatur Pada Kekuatan Beton 40

3.2 Faktor Air Semen 41

3.3 *Slump* Beton 42

3.4 Workability 43

3.5 Metode Perencanaan Adukan Beton 45

3.6 Hipotesis 50

BAB IV Metodologi Penelitian

4.1 Standar Tes dan Spesifikasi Bahan 51

4.2 Peralatan Penelitian 54

4.3 Prosedur Penelitian 55

4.4 Perencanaan Perhitungan Campuran Beton 57

4.4.1 Perhitungan Rancangan Campuran Beton Normal 57

4.4.2 Perhitungan Rancangan Campuran Beton Limbah Baja 60

4.5 Pengujian Nilai Slump 63

4.6 Pembuatan Benda Uji 63

4.7 Perawatan Benda Uji 64

4.8 Pengujian Benda Uji 64

BAB V Hasil Penelitian dan Pembahasan

5.1 Hasil Penelitian 65

5.2 Hasil Pengujian 65

5.2.1 Berat Jenis Beton 66

5.2.2 Kuat Tekan Beton 67

5.3 Pembahasan 68

5.3.1 Berat Jenis Beton 69

5.3.2 Kuat Tekan Beton 70

BAB VI **Kesimpulan dan Saran**

6.1 Kesimpulan 72

6.2 Saran 73

DAFTAR PUSTAKA 74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persentase komposisi dan kadar senyawa kimia dari semen portland 14

Tabel 2.2 Persyaratan gradasi untuk agregat pada beton berbobot normal (ASTM C-33) 22

Tabel 2.3 Persyaratan gradasi agregat pada beton struktural berbobot ringan (ASTM C-330) 23

Tabel 2.4 Persyaratan gradasi agregat kasar pada beton berbobot berat (ASTM C-637) 24

Tabel 2.5 Volume Agregat (ASTM C-637) 24

Tabel 3.1 Menentukan harga w/c 31

Tabel 3.2 Nilai slump untuk berbagai jenis pekerjaan beton 43

Tabel 3.3 Nilai k untuk beberapa keadaan 46

Tabel 3.4 Nilai deviasi standar (Kg/cm^2) 46

Tabel 3.5 Faktor modifikasi simpangan baku untuk data uji <30 sampel 46

Tabel 3.6 Hubungan *fas* dan kuat tekan silinder beton umur 28 hari 47

Tabel 3.7 Faktor air semen maksimum berdasarkan pengaruh tempat elemen 47

Tabel 3.8 Nilai slump berdasarkan penggunaan jenis elemen 48

Tabel 3.9 Perkiraan nilai slump berdasarkan ukuran maksimum agregat 49

Tabel 3.10 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m^3 beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butir pasir (m^3).. 50

Tabel 4.1 Alat – alat yang digunakan dalam penelitian 57

Tabel 4.2 Perbandingan komposisi campuran beton untuk 6 benda uji 66

Tabel 5.1 Berat jenis beton yang menggunakan agregat kasar kerikil 68

Tabel 5.2 Berat jenis beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* 68

Tabel 5.3 Kuat desak beton yang menggunakan agregat kasar kerikil 69

Tabel 5.4 Kuat desak beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* 70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batuan semen dan agregat campuran 7

Gambar 2.2 Bagan Pembuatan Semen Portland 12

Gambar 2.3 Proses produksi semen portland 16

Gambar 2.4 Perkembangan-kekuatan kelas-kelas semen 16

Gambar 3.1 Hubungan antara *fas* dan kuat tekan rata-rata silinder beton 33

Gambar 3.2 Pengaruh jenis agregat terhadap kuat tekan beton 36

Gambar 3.3 Pengaruh temperatur pada laju kuat tekan beton 41

Gambar 3.4 Hubungan antara kuat desak beton dengan nilai *fas* 42

Gambar 4.1 Bagan alir prosedur penelitian 56

Gambar 5.1 Grafik berat jenis rata-rata beton 67

Gambar 5.2 Grafik kuat tekan rata-rata beton 68

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A1 umur 7 hari
LAMPIRAN 2	Diagram Regangan Tegangan Beton A1 umur 7 hari
LAMPIRAN 3	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A2 umur 7 hari
LAMPIRAN 4	Diagram Regangan Tegangan Beton A2 umur 7 hari
LAMPIRAN 5	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A3 umur 7 hari
LAMPIRAN 6	Diagram Regangan Tegangan Beton A3 umur 7 hari
LAMPIRAN 7	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A4 umur 7 hari
LAMPIRAN 8	Diagram Regangan Tegangan Beton A4 umur 7 hari
LAMPIRAN 9	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A5 umur 7 hari
LAMPIRAN 10	Diagram Regangan Tegangan Beton A5 umur 7 hari
LAMPIRAN 11	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A6 umur 7 hari
LAMPIRAN 12	Diagram Regangan Tegangan Beton A6 umur 7 hari
LAMPIRAN 13	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B1 umur 7 hari
LAMPIRAN 14	Diagram Regangan Tegangan Beton B1 umur 7 hari
LAMPIRAN 15	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B2 umur 7 hari
LAMPIRAN 16	Diagram Regangan Tegangan Beton B2 umur 7 hari
LAMPIRAN 17	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B3 umur 7 hari
LAMPIRAN 18	Diagram Regangan Tegangan Beton B3 umur 7 hari

LAMPIRAN 19	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B4 umur 7 hari
LAMPIRAN 20	Diagram Regangan Tegangan Beton B4 umur 7 hari
LAMPIRAN 21	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B5 umur 7 hari
LAMPIRAN 22	Diagram Regangan Tegangan Beton B5 umur 7 hari
LAMPIRAN 23	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B6 umur 7 hari
LAMPIRAN 24	Diagram Regangan Tegangan Beton B6 umur 7 hari
LAMPIRAN 25	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A1 umur 14 hari
LAMPIRAN 26	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A1 umur 14 hari
LAMPIRAN 27	Diagram Regangan Tegangan Beton A1 umur 14 hari
LAMPIRAN 28	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A2 umur 14 hari
LAMPIRAN 29	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A2 umur 14 hari
LAMPIRAN 30	Diagram Regangan Tegangan Beton A2 umur 14 hari
LAMPIRAN 31	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A3 umur 14 hari
LAMPIRAN 32	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A3 umur 14 hari
LAMPIRAN 33	Diagram Regangan Tegangan Beton A3 umur 14 hari
LAMPIRAN 34	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A4 umur 14 hari
LAMPIRAN 35	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A4 umur 14 hari
LAMPIRAN 36	Diagram Regangan Tegangan Beton A4 umur 14 hari
LAMPIRAN 37	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A5 umur 14 hari

LAMPIRAN 38 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A5 umur 14 hari

LAMPIRAN 39 Diagram Regangan Tegangan Beton A5 umur 14 hari

LAMPIRAN 40 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A6 umur 14 hari

LAMPIRAN 41 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A6 umur 14 hari

LAMPIRAN 42 Diagram Regangan Tegangan Beton A6 umur 14 hari

LAMPIRAN 43 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B1 umur 14 hari

LAMPIRAN 44 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B1 umur 14 hari

LAMPIRAN 45 Diagram Regangan Tegangan Beton B1 umur 14 hari

LAMPIRAN 46 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B2 umur 14 hari

LAMPIRAN 47 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B2 umur 14 hari

LAMPIRAN 48 Diagram Regangan Tegangan Beton B2 umur 14 hari

LAMPIRAN 49 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B3 umur 14 hari

LAMPIRAN 50 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B3 umur 14 hari

LAMPIRAN 51 Diagram Regangan Tegangan Beton B3 umur 14 hari

LAMPIRAN 52 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B4 umur 14 hari

LAMPIRAN 53 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B4 umur 14 hari

LAMPIRAN 54 Diagram Regangan Tegangan Beton B4 umur 14 hari

LAMPIRAN 55 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B5 umur 14 hari

LAMPIRAN 56 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B5 umur 14 hari

LAMPIRAN 57 Diagram Regangan Tegangan Beton B5 umur 14 hari

LAMPIRAN 58 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B6 umur 14 hari

LAMPIRAN 59 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B6 umur 14 hari

LAMPIRAN 60 Diagram Regangan Tegangan Beton B6 umur 14 hari

LAMPIRAN 61 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A1 umur 28 hari

LAMPIRAN 62 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A1 umur 28 hari

LAMPIRAN 63 Diagram Regangan Tegangan Beton A1 umur 28 hari

LAMPIRAN 64 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A2 umur 28 hari

LAMPIRAN 65 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A2 umur 28 hari

LAMPIRAN 66 Diagram Regangan Tegangan Beton A2 umur 28 hari

LAMPIRAN 67 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A3 umur 28 hari

LAMPIRAN 68 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A3 umur 28 hari

LAMPIRAN 69 Diagram Regangan Tegangan Beton A3 umur 28 hari

LAMPIRAN 70 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A4 umur 28 hari

LAMPIRAN 71 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A4 umur 28 hari

LAMPIRAN 72 Diagram Regangan Tegangan Beton A4 umur 28 hari

LAMPIRAN 73 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A5 umur 28 hari

LAMPIRAN 74	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A5 umur 28 hari
LAMPIRAN 75	Diagram Regangan Tegangan Beton A5 umur 28 hari
LAMPIRAN 76	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A6 umur 28 hari
LAMPIRAN 77	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton Normal A6 umur 28 hari
LAMPIRAN 78	Diagram Regangan Tegangan Beton A6 umur 28 hari
LAMPIRAN 79	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B1 umur 28 hari
LAMPIRAN 80	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B1 umur 28 hari
LAMPIRAN 81	Diagram Regangan Tegangan Beton B1 umur 28 hari
LAMPIRAN 82	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B2 umur 28 hari
LAMPIRAN 83	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B2 umur 28 hari
LAMPIRAN 84	Diagram Regangan Tegangan Beton B2 umur 28 hari
LAMPIRAN 85	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B3 umur 28 hari
LAMPIRAN 86	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B3 umur 28 hari
LAMPIRAN 87	Diagram Regangan Tegangan Beton B3 umur 28 hari
LAMPIRAN 88	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B4 umur 28 hari
LAMPIRAN 89	Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B4 umur 28 hari
LAMPIRAN 90	Diagram Regangan Tegangan Beton B4 umur 28 hari
LAMPIRAN 91	Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B5 umur 28 hari

LAMPIRAN 92 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B5 umur 28 hari

LAMPIRAN 93 Diagram Regangan Tegangan Beton B5 umur 28 hari

LAMPIRAN 94 Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B6 umur 28 hari

LAMPIRAN 95 Lanjutan Tabel Laporan Hasil Pengujian Kuat Desak Beton *Steel Slag* B6 umur 28 hari

LAMPIRAN 96 Diagram Regangan Tegangan Beton B6 umur 28 hari

LAMPIRAN 97 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A1 umur 7 hari

LAMPIRAN 98 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A2 umur 7 hari

LAMPIRAN 99 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A3 umur 7 hari

LAMPIRAN 100 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A4 umur 7 hari

LAMPIRAN 101 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A5 umur 7 hari

LAMPIRAN 102 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A6 umur 7 hari

LAMPIRAN 103 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B1 umur 7 hari

LAMPIRAN 104 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B2 umur 7 hari

LAMPIRAN 105 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B3 umur 7 hari

LAMPIRAN 106 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B4 umur 7 hari

LAMPIRAN 107 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B5 umur 7 hari

LAMPIRAN 108 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B6 umur 7 hari

LAMPIRAN 109 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A1 umur 14 hari

LAMPIRAN 110 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A2 umur 14 hari

LAMPIRAN 111 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A3 umur 14 hari

LAMPIRAN 112 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A4 umur 14 hari

LAMPIRAN 113 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A5 umur 14 hari

LAMPIRAN 114 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A6 umur 14 hari

LAMPIRAN 115 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B1 umur 14 hari

LAMPIRAN 116 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B2 umur 14 hari

LAMPIRAN 117 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B3 umur 14 hari

LAMPIRAN 118 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B4 umur 14 hari

LAMPIRAN 119 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B5 umur 14 hari

LAMPIRAN 120 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A1 umur 28 hari

LAMPIRAN 121 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A2 umur 28 hari

LAMPIRAN 122 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A3 umur 28 hari

LAMPIRAN 123 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A4 umur 28 hari

LAMPIRAN 124 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A5 umur 28 hari

LAMPIRAN 125 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton A6 umur 28 hari

LAMPIRAN 126 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B1 umur 28 hari

LAMPIRAN 127 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B2 umur 28 hari

LAMPIRAN 128 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B3 umur 28 hari

LAMPIRAN 129 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B4 umur 28 hari

LAMPIRAN 130 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B5 umur 28 hari

LAMPIRAN 131 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B6 umur 28 hari

LAMPIRAN 132 Laporan Sementara Pengamatan Percobaan Desak Silinder Beton B6 umur 14 hari

LAMPIRAN 133 Data Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

LAMPIRAN 134 Data Pemeriksaan Berat Jenis *Steel Slag*

LAMPIRAN 135 Data Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

LAMPIRAN 136 Data Pemeriksaan Berat Volume Agregat Halus "SSD"

LAMPIRAN 137 Data Pemeriksaan Berat Volume *Steel Slag* "SSD"

LAMPIRAN 138 Data Pemeriksaan Berat Volume Agregat Kasar "SSD"

LAMPIRAN 139 Data Pemeriksaan Modulus Halus Butir Agregat Halus

LAMPIRAN 140 Data Pemeriksaan Modulus Halus Butir Agregat Kasar

LAMPIRAN 141 Data Pemeriksaan Modulus Halus Butir *Steel Slag*

LAMPIRAN 142 Data Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi Test)

ABSTRAKSI

Kebutuhan akan besi dan baja di Indonesia semakin meningkat. Pengolahan bijih besi menjadi besi dan baja akan diiringi dengan hasil sisa peleburan bijih besi yang jumlahnya relatif cukup besar. Hasil sisa peleburan bijih besi adalah limbah berupa *steel slag*. *Steel slag* tersebut dapat dimanfaatkan untuk beberapa tujuan, maka *steel slag* akan mempunyai nilai ekonomis dan tidak akan menimbulkan dampak yang negatif bagi lingkungan sekitarnya. Pada umumnya pembuatan beton menggunakan agregat kasar berupa split. Akan tetapi untuk daerah tertentu mungkin agregat kasar (split) sulit didapat dan mahal harganya. Untuk itu diupayakan mencari solusi dan alternatif bahan lain sebagai pengganti agregat kasar. *Steel slag* ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif lain pengganti agregat kasar dalam campuran beton, karena *steel slag* ini mempunyai karakteristik yang hampir sama dengan kerikil baik bentuk permukaanya yang kasar, bersudut banyak dan memiliki nilai keausan yang kecil. Banyaknya limbah hasil peleburan bijih besi yang jumlahnya relatif cukup banyak yaitu sekitar ± 7560 ton/hari dan belum dimanfaatkan secara optimal sehingga perlu adanya suatu pengembangan penelitian untuk membuat komposisi campuran beton menggunakan bahan pengganti agregat kasar (split) dengan batuan *stell slag*. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan seberapa besar pengaruh *steel slag* terhadap kuat desak beton dan untuk mendapatkan beton yang lebih kuat dan ekonomis melalui uji laboratorium.

Dalam penelitian ini akan di desain suatu campuran beton dengan menggunakan agregat kasar berupa *steel slag* (limbah baja) yang kemudian akan dibandingkan kekuatan desaknya dengan beton menggunakan agregat kasar kerikil. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium dengan membuat 36 benda uji silinder beton. Dari 36 benda uji tersebut akan dibagi lagi sesuai dengan variasi hari, yaitu 7,14 dan 28 hari sehingga untuk tiap variasi hari terdapat 12 benda uji, 6 benda uji untuk beton yang menggunakan agregat kasar kerikil dan 6 benda uji untuk beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag*.

Adapun hasil penelitian yang akan kami bahas dalam penelitian ini meliputi berat jenis beton dan nilai kuat desak beton tersebut. Beton dengan agregat *steel slag* memiliki berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan beton normal yang menggunakan agregat kerikil, karena *steel slag* memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan kerikil. Karena memiliki berat jenis yang lebih besar maka volume *steel slag* dalam $1m^3$ komposisi campuran beton akan menjadi lebih banyak. Beton yang menggunakan agregat kasar kerikil memiliki perbandingan Pc : Ps : Kr : Air = 1 : 1,49 : 2,21 : 0,463. Sedangkan untuk campuran beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* memiliki perbandingan Pc : Ps : *steel slag* : Air = 1 : 1,37 : 3,32 : 0,463. Untuk nilai kuat tekan rata-rata beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* pada umur 14 hari dan 28 hari ternyata lebih rendah dari beton yang menggunakan agregat kasar kerikil pada umur yang sama. Rendahnya kuat desak beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* dikarenakan sifat dari batuan *steel slag* itu sendiri yang lebih cepat aus daripada kerikil yaitu sebesar 24,06 % lebih tinggi dari nilai keausan kerikil sebesar 23 %.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia adalah merupakan negara berkembang yang sedang membangun. Perkembangan dalam bidang industri tidak hanya memiliki implikasi yang positif, tetapi juga dapat memiliki implikasi yang negatif, seperti hasil limbah industri yang setiap harinya semakin menumpuk banyak. Begitu pula dalam hal perkembangan teknologi dibidang konstruksi yang tidak pernah terlepas dari upaya menciptakan alternatif teknologi yang cukup inovatif. Usaha yang serius terhadap upaya perkembangan teknologi perlu didukung oleh beberapa penelitian. Penelitian yang sudah sering dilakukan secara garis besar pada umumnya menggunakan suatu teknologi sederhana dan tingkat madya yang memanfaatkan sumber daya lokal termasuk pemanfaatan limbah hasil industri, belumlah banyak dilakukan.

Dewasa ini kebutuhan akan besi dan baja di Indonesia semakin meningkat. Dengan cadangan bijih besi di Indonesia yang besar, pengolahan bijih besi menjadi besi dan baja akan diiringi dengan munculnya produk hasil sisa peleburan bijih besi yang jumlahnya relatif cukup besar. Produk hasil sisa peleburan bijih besi terutama adalah limbah berupa *steel slag*. *Steel slag* ini tidak mempunyai nilai ekonomis dan hanya akan mengotori lingkungan apabila ditimbun begitu saja

pada tempat pembuangan. Akan tetapi *steel slag* tersebut dapat dimanfaatkan untuk beberapa tujuan, maka *steel slag* akan mempunyai nilai ekonomis dan tidak akan menimbulkan dampak yang negatif bagi lingkungan sekitarnya.

Pada umumnya, pembuatan beton menggunakan agregat kasar berupa kerikil atau batu pecah. Akan tetapi untuk daerah tertentu mungkin saja agregat kasar (kerikil) sulit untuk didapat dan relatif mahal harganya. Untuk itu diupayakan mencari solusi dan alternatif bahan lain sebagai pengganti agregat kasar, seperti di daerah Cilegon yang dapat kita jumpai pabrik peleburan bijih besi yang banyak menghasilkan limbah baja berupa (*steel slag*). *Steel slag* ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif lain sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton. Dalam usaha untuk mencapai suatu alternatif yang kompetitif dan inovatif haruslah ada suatu penelitian untuk menghasilkan produk inovasi pemakaian limbah hasil industri dalam perencanaan campuran beton. Pemanfaatan limbah industri sebagai bahan pengganti agregat kasar (kerikil) adalah limbah baja berupa *steel slag*. Dalam penelitian ini penulis mencoba mengganti agregat kasar (kerikil) dengan *steel slag* untuk mendapatkan suatu komposisi campuran beton yang memiliki nilai kuat desak cukup tinggi.

Kebutuhan akan beton dengan mutu yang tinggi semakin lama semakin meningkat, seiring dengan berjalannya pembangunan. Beton dengan mutu yang tinggi pada umumnya digunakan untuk bangunan-bangunan yang menanggung beban cukup besar. Pada kondisi bangunan yang menanggung beban yang cukup besar dibutuhkan beton yang mempunyai kuat tekan yang sangat besar, kemampuan menahan keretakan yang terjadi dan kemampuan menahan panas

yang cukup tinggi. Untuk itu penulis mencoba untuk melakukan suatu penelitian dengan tema *Pemanfaatan Limbah Baja (Steel Slag) Untuk Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Komposisi Campuran Beton (Penelitian Laboratorium).*

1.2 Lingkup Permasalahan

a. Banyaknya limbah hasil peleburan bijih besi yang jumlahnya relatif cukup banyak yaitu ± 7560 ton/hari, yang dari hari ke hari semakin menumpuk banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal sehingga dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sekitarnya (pencemaran lingkungan) jika tidak dicari solusi pemecahannya.

b. Perlu adanya suatu pengembangan penelitian untuk memperluas wawasan tentang membuat komposisi campuran beton menggunakan bahan pengganti agregat kasar (kerikil/split) dengan limbah hasil peleburan bijih besi atau yang lebih dikenal dengan batuan *stell slag. Steel slag* ini sebagai bahan alternatif lain sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat mencapai tujuan yaitu:

1. Menentukan seberapa besar pengaruh *steel slag* terhadap kuat desak beton.
2. Untuk mendapatkan beton yang lebih kuat dan ekonomis melalui uji laboratorium.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil analisis dan perancangan diharapkan akan menghasilkan suatu produk beton struktur yang bermanfaat dengan implikasi sebagai berikut:

1. Untuk mengembangkan pada hasil beton mutu tinggi dengan menggunakan agregat kasar berupa *steel slag*.
2. Pemakaian limbah hasil peleburan bijih besi (*steel slag*) dapat memberikan konstribusi yang nyata terhadap pemecahan masalah pencemaran lingkungan dengan memanfaatkan limbah industri tersebut sebagai bahan pengganti agregat kasar pada campuran beton.
3. Pemakaian limbah *steel slag* dapat meningkatkan taraf hidup dan pendapatan bagi masyarakat lingkungan sekitarnya.

1.5 Batasan Masalah

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka perlu adanya batasan-batasan penelitian sebagai berikut :

1. Tanpa mencari senyawa kimia yang ada dari *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar pada komposisi campuran beton .
2. Pengujian agregat halus berdasarkan ASTM dan agregat halus/pasir yang digunakan berasal dari Sungai Krasak Yogyakarta.
3. Pengujian agregat kasar berdasarkan ASTM, ukuran butir maksimum 20 mm dan agregat kasar yang digunakan dalam

penelitian ini adalah agregat batu pecah yang berasal dari Sungai Progo.

4. Ukuran butir *Steel Slag* maksimum 20 mm dan dipecah dengan *Stone Crusher* milik PT Perwita Karya.
5. Perawatan beton dalam penelitian ini dilakukan dengan cara direndam dalam air dalam suhu normal 23 °C.
6. Bahan ikat adalah semen, digunakan semen jenis I merk Gresik kemasan 50 kg/sak.
7. Mutu beton yang direncanakan adalah beton dengan *fc'* 22,5 Mpa
8. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari terhadap benda uji tanpa dan dengan *steel slag*, dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
9. Dimensi benda uji kuat desak beton menggunakan bentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
10. Jumlah benda uji untuk masing-masing umur beton adalah sebanyak 6 buah.
11. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia.
12. Perhitungan perencanaan campuran agregat menggunakan metode ACI.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

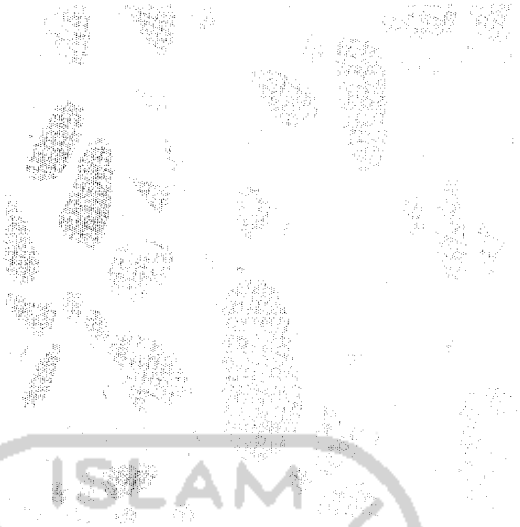
2.1 Pendahuluan

Dalam bidang struktur, beton merupakan bahan yang paling umum dan banyak digunakan sebagai bahan bangunan. Hal ini dikarenakan beton tersusun dari bahan-bahan yang mudah didapat dan harganya relatif cukup murah.

Teknologi beton terus berkembang seiring dengan tuntutan kebutuhan konstruksi yang semakin meningkat. Salah satu hal yang penting dan perlu mendapat perhatian adalah mengetahui pengertian beton dan bahan-bahan penyusun beton, yaitu semen, air dan agregat baik agregat halus maupun agregat kasar.

2.2 Pengertian Beton

Beton adalah suatu komposit dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh suatu bahan ikat. Beton dibentuk dari agregat campuran, (halus dan kasar) dan ditambah dengan pasta semen. Singkatnya dapat dikatakan bahwa pasta semen mengikat pasir dan bahan-bahan agregat lain (batu kerikil, basalt, dan sebagainya). Rongga diantara bahan-bahan kasar diisi oleh bahan-bahan halus (R. Sagel dkk. Pedoman Pengerjaan Beton, Erlangga, 1993). Seperti terilustrasi pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Batuan semen dan agregat campuran

(R. Sagel dkk. Pedoman Pengerjaan Beton, Erlangga, 1993, hal 4)

Komposit tersebut bila di tuang dalam cetakan kemudian dibiarkan, maka akan mengeras. Proses terjadinya pengerasan tersebut disebabkan oleh reaksi kimia antara air dan semen, dan dalam hal ini tingkat kekerasan beton sesuai dengan umurnya. Nilai kekuatan dan daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi berbagai faktor diantaranya adalah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur dan kondisi perawatan pengerasan (Dipohusodo, 1994).

Beton adalah merupakan bahan yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya akan menyamai batu alami (Tjokrodimulyo, Teknologi Beton, 1992). Tetapi beton memiliki kuat tarik yang rendah. Maka dari itu untuk mengimbangi kondisi beton yang lemah terhadap kuat tarik, maka beton diperkuat dengan baja tulangan, yang biasanya disebut dengan beton bertulang.

Kemudahan dalam memperoleh bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton menyebabkan beton banyak digunakan masyarakat. Dengan adanya hal tersebut dan seiring dengan perkembangan pembuatan beton, maka tidak tertutup kemungkinan adanya penggunaan bahan limbah yang sekiranya dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan campuran beton dengan tanpa mengabaikan persyaratan yang telah ditetapkan.

Adapun sifat-sifat beton yang baik adalah sebagai berikut (Teknologi Beton, Kardiyono, 1992) :

1. Mempunyai kuat tekan tinggi/kuat tekannya hampir sama dengan batu alami.
2. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak dalam bentuk apapun maupun sebesar apapun.
3. Mempunyai kuat lekat yang tinggi.
4. Beton segar dapat dipompakan sehingga dapat dituang pada tempat yang sesulit apapun.
5. Beton termasuk tahan aus, tahan cuaca (panas-dingin, sinar matahari, hujan), tahan terhadap zat-zat kimia (terutama sulfat), maupun tahan bakar sesuai yang disyaratkan.
6. Susutan pengerasannya kecil.

Agar sifat-sifat tersebut di atas dapat dicapai maka ada beberapa parameter yang harus diperhatikan antara lain (Nawy, 1990) :

1. Sifat-sifat bahan campuran untuk beton serta prinsip-prinsip perencanaan campurannya.

2. Kualitas dari bahan-bahan campuran beton.
3. Menggunakan semen nilai tinggi.
4. Penggunaan air yang tidak terlalu banyak, faktor air semen serendah mungkin.
5. Kekuatan dan kebersihan agregat.
6. Interaksi antara pasta semen dengan agregat.
7. Cara-cara perhitungan proporsi perbandingan dalam campuran beton.
8. Cara-cara perawatan beton.
9. Cara-cara pengangkutan beton muda, pengecoran dan pemadatannya.
10. Pengawasan dan pemeriksaan secara kompeten.

2.3 Bahan-Bahan Campuran Beton

Campuran beton harus mempunyai perbandingan yang optimal antara agregat campuran yang bentuknya berbeda-beda agar pembentukan beton dapat dimanfaatkan oleh seluruh material.

Pembedaan material pembuat beton adalah sebagai berikut (R. Sagel dkk. Pedoman Pengerjaan Beton, Erlangga, 1993) :

1. Semen : bahan-bahan ikat hidrolik.
2. Agregat campuran : bahan batu-batuan yang netral (tidak bereaksi) dan merupakan bentuk sebagian besar beton (misalnya: pasir, kerikil, batu- pecah, basalt).
3. Batuan-semen : campuran antara semen dan air (pasta semen) yang mengeras.
4. Mortar : campuran antara semen, agregat halus dan air yang

telah mengeras.

5. Spesi-beton : campuran antara semen, agregat campuran (halus dan kasar) yang belum mengeras.
6. Beton : campuran antara semen, agregat campuran dan air yang telah mengeras.
7. Bahan tambah : bahan kimia tambahan yang ditambahkan ke dalam suatu beton untuk mengubah sifat beton yang dihasilkan.

2.3.1 Semen Portland

Semen portland diproduksi untuk pertama kalinya pada tahun 1824 oleh Joseph Aspdin, dengan memanaskan suatu campuran tanah liat yang dihaluskan dengan batu-kapur atau kapur tulis dalam suatu dapur sehingga mencapai suatu suhu yang cukup tinggi untuk menghilangkan gas asam karbon (L.J Murdock, Bahan dan Praktek Beton, 1999).

Batu kapur dan tanah liat biasanya merupakan bahan-bahan pokok pabrik semen portland. Kapur tulis dan marl (sejenis tanah yang biasa dipakai untuk pupuk) umumnya menghasilkan bahan kapur dalam bentuk kalsium karbonat, sedang tanah liat atau batu tulis menghasilkan bahan yang mengandung tanah liat, terutama alumina dan silikat (L.J Murdock, Bahan dan Praktek Beton, 1999).

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (PUBI-1982), gips disini berfungsi

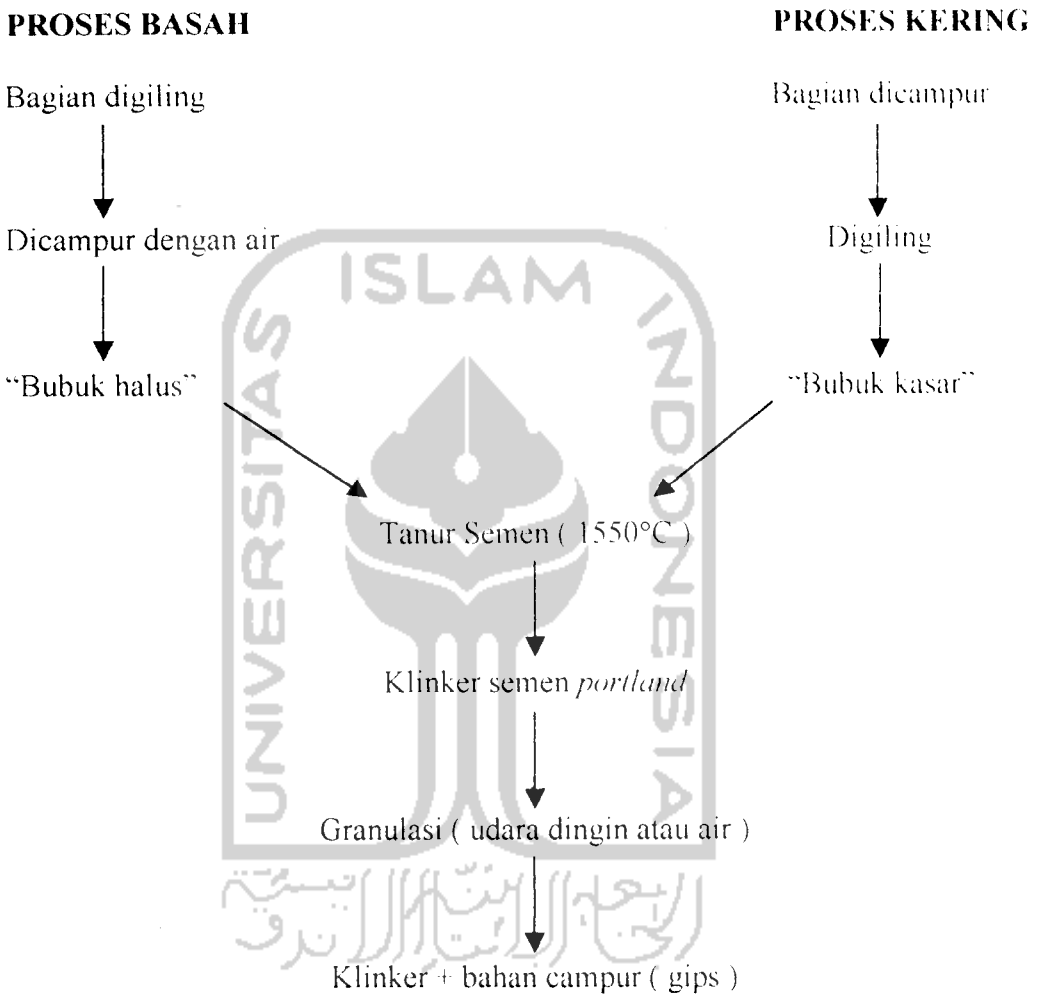
sebagai penghambat pengikatan antara semen dan air (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat kasar maupun halus agar terjadi suatu massa yang kompak padat. Selain itu semen juga berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga diantara butiran agregat (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Semen portland diolah melalui dua cara, yaitu proses kering dan proses basah. Pada proses kering bahan-bahan dihancurkan, dikeringkan dan kemudian dimasukkan gilingan yang diperlengkapi bola-bola penggiling yang menjadikannya sebagai serbuk untuk dibakar dalam kondisi kering.

Pada proses basah, pertama-tama bahan-bahan dihancurkan baru digiling dalam gilingan pencuci sampai bentuknya seperti bubur. Setelah melalui gilingan pencuci, bubur bahan selanjutnya menuju tangki bubur bahan untuk diuji, dan dikoreksi terhadap komposisi kimia di dalam dengan merubah kandungan kapur dan tanah liat. Selanjutnya bubur bahan dipompa ke dapur pembakaran (L.J Murdock, Bahan dan Praktek Beton, 1999). Skema proses kering dan basah pada semen portland seperti gambar 2.2

PROSES PEMABRIKAN KLINKER SEMEN PORTLAND



Gambar 2.2 Bagan Pembuatan Semen Portland

(R. Segel dkk. Pedoman Pengerjaan Beton, Erlangga, 1993, hal.146)

Semen portland dibuat melalui beberapa langkah, sehingga sangat halus dan memiliki sifat adhesif maupun kohesif. Semen diperoleh dengan membakar secara bersamaan. Suatu campuran dari calcareous (yang mengandung kalsium karbonat atau batu gamping) dan agrillaceous (yang mengandung alumina) dengan

perbandingan tertentu. Secara mudahnya, semen portland mempunyai kandungan antara lain: kapur, silika, dan alumina. Ketiga bahan dasar pembuat semen portland tersebut dicampur dan dibakar pada suhu 1550°C dan menjadi klinker. Kemudian klinker dikeluarkan, didinginkan, dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya ditambahkan gibs atau kalsium sulfat ($CaSO_4$) kira-kira 2% sampai 4% sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan-bahan lain yang biasanya ditambahkan untuk membentuk semen khusus, misalnya: kalsium klorida ditambahkan untuk menjadikan semen yang cepat mengeras. Kemudian dimasukkan ke dalam kantong dengan berat tiap-tiap kantong/sak 50 Kg (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Perbedaan sifat jenis semen satu terhadap semen yang lain dapat terjadi karena perbedaan susunan kimia maupun kehalusan butir-butirannya.

Karena bahan dasarnya terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi, maka bahan-bahan ini menjadi unsur-unsur pokok pembuatan semen portland. Sebagai hasil perubahan susunan kimia yang terjadi diperoleh susunan kimia yang komplek, namun pada semen portland dapat dilihat pada Tabel 2.1. Oksida-oksida tersebut berinteraksi satu sama lain untuk membentuk serangkaian produk yang lebih komplek selama proses peleburan (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Tabel 2.1 Persentase komposisi dan kadar senyawa kimia dari semen portland

(L.J. Murdock dkk. Bahan dan Praktek Beton, Erlangga, 1986. hal 64)

Keterangan	Biasa	Pengerasan cepat	Panas rendah	Tahan Sulfat
Analisa				
Kapur	63,1	64,5	60,0	64,0
Silikat	20,6	20,7	22,5	24,4
Alumina	6,3	5,2	5,2	3,7
Besi Oksida	3,6	2,9	4,6	3,0
Senyawa kimia				
Tri-kalsium Silikat	40	50	25	40
Dikalsium Silikat	30	21	45	40
Trikalsium Aluminate	11	9	6	2
Senyawa Besi	11	9	14	9

Walaupun demikian pada dasarnya dapat disebutkan 4 unsur yang paling penting. Keempat unsur itu adalah (L.J. Murdock dkk. Bahan dan Praktek Beton, Erlangga, 1993) :

1. Trikalsium silikat (C_3S) atau 3 $CaO.SiO_2$

Senyawa ini mengeras dalam beberapa jam, dengan melepas sejumlah panas. Kwantitas yang terbentuk dalam ikatan menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan beton pada awal umurnya, terutama dalam 14 hari pertama.

2. Dikalsium silikat (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$

Formasi senyawa ini berlangsung perlahan dengan pelepasan panas yang lambat. Senyawa ini berpengaruh terhadap proses peningkatan kekuatan yang terjadi pada umur beton dar 14 sampai 28 hari, dan seterusnya. Semen yang mempunyai jumlah dikalsium silikat banyak mempunyai ketahanan terhadap agresi-kimia yang relatip tinggi, penyusutan kering yang relatip rendah, oleh karenanya, merupakan semen portland paling awet.

3. Trikalsium aluminat (C_3A) atau $3CaO.Al_2O_3$

Senyawa ini mengalami hidrasi sangat cepat disertai pelepasan sejumlah besar panas, menyebabkan pengerasan awal, kurang ketahanannya terhadap agresi kimiawi, dan tendensinya sangat besar untuk retak-retak, oleh perubahan volume.

4. Tetrakalsium aluminoferit (C_4AF) atau $4CaO\ Al_2O_3.Fe_2O_3$

Adanya senyawa aluminoferite kurang penting karena tidak tampak pengaruhnya terhadap kekuatan dan sifat-sifat semen keras lainnya.

Penting untuk dicatat di sini bahwa pengikatan dan pengerasan adalah reaksi kimia dimana air memegang peranan penting, bukan hanya masalah pengeringan. Pengikatan dan pengerasan berhenti setelah beton menjadi kering (L.J. Murdock dkk. Bahan dan Praktek Beton, Erlangga, 1993).

Dalam hal kecepatan dari perkembangan kekuatan, jenis-jenis semen dibedakan dalam tiga kelas (tertera pada gambar 2.4) :

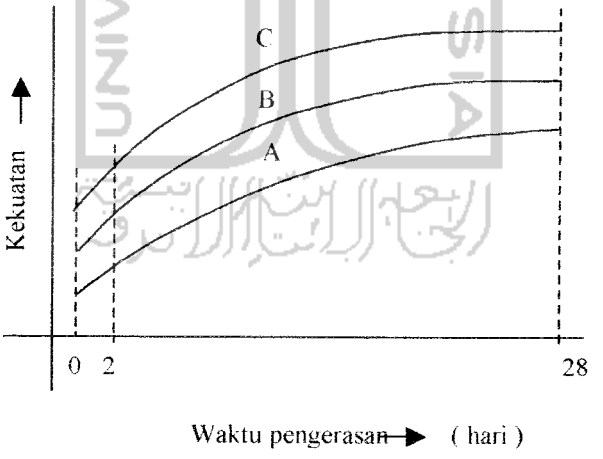
Kelas A: semen dengan kekuatan awal yang normal

Kelas B: semen dengan kekuatan awal tinggi

Kelas C: semen dengan kekuatan awal sangat tinggi

Gambar 2.3 Proses produksi semen portland

(R. Segel dkk. Pedoman Pembuatan Beton, Erlangga, 1993, hal 147)



Gambar 2.4 Perkembangan kekuatan kelas-kelas semen

(R. Segel dkk. Pedoman Pembuatan Beton, Erlangga, 1993, hal 145)

Perubahan komposisi kimia pada semen portland yang dilakukan dengan cara mengubah persentase 4 komponen utama semen yang menghasilkan beberapa

jenis semen sesuai dengan tujuan pemakaiannya (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen portland di Indonesia (SII 001381) dibagi menjadi 5 jenis yaitu (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992) :

- Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
- JenisIV: Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

2.3.2 Air dan Udara

2.3.2.1 Air

Air merupakan bahan dasar yang penting dalam pembuatan beton. Air dalam campuran beton diperlukan untuk bereaksi dengan semen, serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 30% dari berat

semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35. Selain itu air juga berguna sebagai metode perawatan selanjutnya yaitu dengan cara membasahi terus menerus beton atau beton yang baru direndam di dalam air (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Air yang memenuhi kriteria sebagai air minum memenuhi syarat pula sebagai bahan campuran beton (tetapi bukan berarti air pencampur beton harus memenuhi persyaratan air minum). Disamping pemeriksaan secara visual, harus juga diamati apakah air tersebut mengandung bahan perusak misalnya, fosfat, minyak, asam, alkali, bahan-bahan organis atau garam-garam. Penelitian semacam ini harus dilakukan di laboratorium kimia (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Air inipun harus memenuhi peryaratan yang ditetapkan dalam SK SNI No. S-04-1989-F, yaitu Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam). Secara umum, air yang dapat dipakai untuk bahan pencampur beton adalah air yang keasamnya tidak boleh pHnya > 6, juga tidak diperbolehkan terlalu sedikit mengandung kapur (R. Sagel dkk. Pedoman Pengerjaan Beton, Erlangga, 1993).

2.3.2.2 Udara

Sebagai akibat terjadinya penguapan air secara perlahan-lahan dari campuran beton, mengakibatkan timbulnya rongga-rongga pada beton keras yang dihasilkan. Adanya rongga-rongga ini akan memudahkan pengerjaan beton, mengurangi *bleeding*, segregasi dan mengurangi jumlah pasir yang diperlukan dalam campuran beton. Karena itulah persentase *air entrained* harus

dipertahankan optimum agar diperoleh beton yang diinginkan. Kandungan udara optimum ini adalah 9% dari fraksi mortar dalam beton. Air entrained yang berlebihan (5% sampai 6% dari campuran total) akan menurunkan kekuatan beton (Edward G. Nawy, Beton Bertulang, PT Eresco, 1990).

2.3.3 Agregat

Agregat adalah 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 sebagai pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Agregat sebagai bahan pengisi dalam campuran beton harus memiliki karakteristik seperti: bentuknya baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, kuat, keras dan gradasinya baik. Agregat juga harus mempunyai kestabilan terhadap bahan-bahan kimiawi, dan dalam hal-hal ini harus tahan aus dan tahan cuaca (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992).

Dalam prateknya agregat pada umumnya digolongkan menjadi tiga kelompok yaitu (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992) :

a. Batu, untuk besar butiran lebih dari 40 mm
b. Krikil, untuk butiran antara 5 mm sampai 40 mm
c. Pasir untuk butiran antara 0,15 mm sampai 5 mm

Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah (misalnya kerikil) atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alam.

Berdasarkan ukuran partikelnya, agregat dapat dibedakan menjadi:

2.3.3.1 Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus untuk campuran beton dapat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batu-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Ukuran butiran agregat halus ini harus lebih kecil dari 4,76 mm atau lolos dari lobang ayakan standart No. 4 (Edward G. Nawy, Beton Bertulang, PT Eresco, 1990).

Gradasi dan bentuk partikel agregat halus mempengaruhi pembuatan beton untuk menghasilkan mutu yang tinggi. Agregat halus yang baik untuk pembuatan beton untuk menghasilkan beton dengan mutu yang tinggi memiliki kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan pada musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan. Agregat halus dengan angka kehalusan (*Fineness Modulus*) 2,5 akan membuat adukan lengket dan susah untuk dikerjakan, dan akan membutuhkan air lebih banyak. Untuk memperbaiki gradasi biasanya dilakukan pencampuran pasir dari sumber yang berlainan.

2.3.3.2 Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar untuk bahan campuran beton dapat berupa kerikil hasil dari proses disintegrasi alami dari batu-batuan atau dapat berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu.

Ukuran butirannya lebih besar dari 4,76 mm atau tertahan pada ayakan No. 4

Bermacam-macam jenis batu bilamana dipecah, cocok untuk digunakan sebagai agregat beton (L.J. Murdock dkk. Bahan dan Praktek Beton, Erlangga, 1999) :

1. *Batu kapur* adalah batuan hasil sedimentasi yang komposisi utamanya adalah kalsium karbonat. Semakin keras dan padat jenis batu kapur ini, terutama jenis ferokarbonat, makin cocok sekali untuk pembuatan beton.
2. *Batu api*, meliputi granit, basalt, dolerit, gabbros dan porphyries.
   - *Granit* memiliki sifat keras, ulet, dan padat sehingga agregat yang baik untuk beton.
   - *Basalt* merupakan batu api yang menyerupai granit, tetapi struktur butirannya lebih halus karena pendinginan yang cepat pada proses pembentukannya. Ini merupakan agregat yang sangat baik.
   - *Dolerit* mempunyai struktur butir kristal yang halus dan mengandung felspar banyak dan bahan lain seperti augite, olivine dan granit. Beberapa dolerites, bilamana digunakan untuk agregat beton, dapat menyebabkan retak-retak dan mengganggu penggunaannya. Batu yang merugikan ini mengembang dan menyusut sesuai dengan keadaan kelembaban.

3. *Sandstone* memiliki sifat keras dan padat, hampir semua sandstone cocok untuk agregat. Yang paling baik adalah memiliki komposisi butiran quartz yang terikat oleh oksida besi yang terhidrasi atau amorphous silica. Sandstone yang mengandung batu kapur yaitu yang terikat dengan kalsium karbonat lebih cocok di dalam mengatasi agresi asam karbondan dan belerang yang terdapat dalam atmosfer.
4. *Batu tulis* biasanya agregat yang tidak baik, lunak, lemah, berlapis, dan daya serapnya tinggi. Lagi pula bentuknya yang pipih menyebabkan partikel ini sulit dipadatkan di dalam cetakan beton.
5. *Batuan Metamorfosa*, bervariasi dalam karakternya. Marmer dan quartzites biasanya pejal, padat, serta cukup ulet dan kuat, sebagai suatau agregat yang baik. Tetapi ada jenis batu tulis yang memiliki lapisan yang tipis, sehinngga tidak cocok untuk beton.

Adapun gradasi yang direkomendasikan untuk agregat kasar dan halus yang akan digunakan sebagai beton berbobot normal dicantumkan pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Persyaratan gradasi untuk agregat pada beton berbobot normal (ASTM C-33)

Ukuran Saringan Standar Amerika	Persen lewat agregat kasar				Agregat halus
	No. 4 sampai 2 in	No. 4 sampai 12 in	No. 4 sampai 1 in	No. 4 sampai 1 in	
2 in	95 100	100	-	-	-
12 in	-	95 - 100	100	-	-
1 in	25 – 70	-	95 – 100	100	-
. in	-	35 - 70	-	90 -100	-
2 in	10 – 30	-	25 -60	-	-

Lanjutan tabel 2.2

d in	-	10 - 30	-	20 - 55	100
No. 4	0 – 5	0 - 5	0 - 10	0 - 10	95 - 100
No. 8	0	0	0 - 5	0 - 5	80 - 100
No.16	0	0	0	0	50 - 85
No. 30	0	0	0	0	25 - 60
No. 50	0	0	0	0	10 - 30
No. 100	0	0	0	0	2 - 10

Tabel 2.3 Persyaratan gradasi agregat pada beton struktural berbobot ringan

(ASTM C-330)

Ukuran	Prosentase (berat) lewat saringan berlubang bujur sangkar								
	1 in (25.0 mm)	: in (19.0 mm)	2 in (12.5 mm)	d in (9.50 mm)	No 4 (4.75 mm)	No 8 (2.36 mm)	No.16 (1.18 mm)	No.50 (300 mm)	No.100 (150 mm)
Agregat halus									
No. 4 to 0	-	-	-	100	85-100	-	40-80	10-35	5-25
Agregat kasar									
1 in to No. 4	95-100	-	25-60	-	0-10	-	-	-	-
: in to No. 4	100	90-100	-	10-50	0-15	-	-	-	-
2 in to No. 4	-	100	90-100	40-80	0-20	0-10	-	-	-
d in to No. 4	-	-	100	80-100	5-40	0-20	0-10	-	-
Gabungan Agregat halus dan kasar									
2 in to No. 0	-	100	95-100	-	50-80	-	-	5-20	2-15
d in to No. 0	-	-	100	90-100	65-90	35-65	-	10-25	5-15

Tabel 2.4 Persyaratan gradasi agregat kasar pada beton berbobot berat

(ASTM C-637)

Ukuran saringan	Prosentase lewat	
	Grading 1 : Untuk 12 in (3.75 mm) Maximum size aggregate	Grading 2 : Untuk : in (19.00) Maximum size aggregate
Agregat kasar		
2 in. (50.0 mm)	100	-
12 in. (37.5 mm)	95 – 100	100
1 in. (25.0 mm)	40 – 80	95 - 100
: in. (19.0 mm)	25 – 45	40 - 80
2 in. (12.5 mm)	0 – 10	0 - 15
d in. (9.50 mm)	0 – 2	0 - 2
Agregat halus		
No. 8 (2.36 mm)	100	-
No. 16 (1.18 mm)	95 – 100	100
No. 30 (600 mm)	55 – 80	75 - 95
No. 50 (300 mm)	30 – 55	45 - 65
No. 100 (150 mm)	10 - 30	20 - 40
No. 200 (75 mm)	0 – 10	0 - 10
Modulus kehalusan	1.30 - 2.10	1.00 - 1.60

Tabel 2.5 Volume Agregat

(ASTM C-637)

Jenis	Berat Volume agregat kering Oven (lb/ft.)[a]	Berat Volume beton (lb/ft)[a]
Beton sekat (insulator) (perlit.vermikulit.dsb)	15 - 50	20 - 90
Struktural berbobot ringan	40 – 70	90 - 110
Berbobot normal	70 – 110	130 - 160
Berbobot berat	> 135	180 - 380

2.3.4 Bahan Pengganti Agregat

Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah (kerikil) atau dapat pula diperoleh dengan cara memecah batu alam.

Beton yang dibuat dengan agregat buatan biasanya memerlukan selimut beton lebih tebal dibandingkan dengan agregat alami, karena beton yang dibuat dari agregat buatan mudah untuk menyerap air.

Pengganti agregat juga dapat didapatkan dari benda padat buangan/limbah Kemungkinan pemakaian benda padat berupa limbah untuk campuaran beton pada masa sekarang ini yang banyak dibicarakan seperti abu terbang (*fly ash*) bukanlah suatu konsep yang baru dalam penelitian campuran beton.

Pada penelitian disini digunakan limbah baja berupa batuan *steel slag* sebagai pengganti agregat kasar pada campuran beton, dimana hal ini masih belum banyak diketahui masyarakat umum.

Disini kita memanfaatkan limbah baja berupa batuan *steel slag* karena spesifikasi dari *steel slag* hampir menyerupai batu alami dan material ini harganya relatif lebih murah. Hasil penelitian yang dilakukan oleh **Marsudi Agus Setyawan** dan **Maman Setiawan** dengan judul Penelitian Laboratorium Penggunaan Limbah Baja (*Steel Slag*) sebagai Agregat Kasar pada Campuran Split Mastic Asphalt 0/10 dengan Bahan Tambah Serat Selulosa menyimpulkan bahwa kepadatan campuran (*density*) dengan agregat kasar menggunakan limbah baja (*steel slag*) menghasilkan nilai yang tinggi dibandingkan dengan menggunakan batu pecah. Campuran dengan *density* yang tinggi akan mampu

menahan beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran yang ber-*density* rendah. Nilai *density* dipengaruhi oleh kualitas bahan dan cara pemadatan campuran tersebut.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh **Marsudi Agus Setyawan** dan **Maman Setiawan** menyimpulkan juga bahwa berat jenis yang dimiliki limbah baja (*steel slag*) lebih besar dibandingkan batu pecah biasa. Hal tersebut akan mengakibatkan volume campuran yang menggunakan limbah baja (*steel slag*) lebih kecil dari pada menggunakan batu pecah biasa pada berat yang sama. Hal tersebut juga akan mengakibatkan penggunaan prosentase aspal, agregat halus menjadi lebih sedikit jumlahnya dibandingkan yang menggunakan batu pecah biasa.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Kekuatan Beton

Beton adalah suatu bahan konstruksi yang mempunyai sifat kekuatan tekan yang khas. Sifat paling penting dari beton pada umumnya adalah kuat tekannya. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya bila kuat tekannya tinggi, sifat-sifat yang lain juga baik.

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat benda uji (sample) pada saat pengadukan beton berlangsung. Benda uji berupa silinder beton berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm atau kubus dengan ukuran sisi 150 mm. Benda uji ini kemudian ditekan dengan mesin penekan sampai pecah. Beban tekan maksimum yang memecahkan itu dibagi dengan luas penampang silinder atau kubus diperoleh kuat tekan. Nilai kuat tekan dinyatakan dalam Mpa atau kg/cm^2 dihitung dengan rumus sebagai berikut (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992) :

$$\text{Kuat desak beton } fc' = \frac{P}{A} \quad \text{..... (Rumus 3.1)}$$

Dengan : P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm^2)

Kuat tekan beton yang direncanakan (f'cr) adalah kuat tekan beton yang ditetapakan dan dipergunakan oleh perencana struktur guna keperluan perencanaan struktur.

Umumnya kekuatan beton dianggap yang paling berharga meskipun banyak masalah-masalah praktis, karakteristik-karakteristik lainnya seperti daya tahan (*durability*) dan rapat air (*permeability*) kenyataan menjadi lebih penting. Walaupun demikian kekuatan memberikan gambaran menyeluruh dari mutu beton karena kekuatan langsung dikaitkan pada struktur adonan semen yang mengeras.

Kuat hancur dari beton dipengaruhi oleh sejumlah faktor, selain oleh perbandingan air semen (*water cement ratio FAS*) dan tingkat pemadatannya. Faktor-faktor penting yang lainnya adalah :

a. Jenis semen dan jumlah semen

   Mempengaruhi kekuatan rata-rata dari beton.

b. Jenis dan gradasi agregat

   Penggunaan agregat kasar akan menghasilkan kuat desak maupun tarik yang lebih besar daripada penggunaan kerikil halus dari sungai.

c. Efisiensi dan perawatan

   Perawatan beton juga akan mempengaruhi kuat tekan beton terutama pada saat masih berusia muda atau belum mencapai kekuatan maksimal (umur 2-14 hari).

d. Suhu

   Pada umumnya kecepatan pengerasan dari beton seiring dengan bertambahnya suhu.

e. Umur

Pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah dengan meningkatnya umur beton tersebut. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen. Misalnya pada semen dengan kadar alumina tinggi akan menghasilkan beton yang kuat hancurnya pada 24 jam sama dengan semen portland biasa pada umur beton 28 hari. Proses pengerasan beton akan berlangsung secara lambat sampai beberapa tahun.

3.1.1 Pengaruh Faktor Air Semen Terhadap Kekuatan Beton

Di dalam campuran beton, air mempunyai dua buah fungsi, yang pertama, untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, dan kedua, sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan percetakan.

Seperti pada reaksi kimia lainnya, semen dan air dikombinasikan dalam proporsi yang telah ditentukan. Semen dan air akan saling bereaksi, dimana persenyawaan ini disebut hidratasi sedangkan hasil yang terbentuk dinamakan hidrasi-semen. Proses reaksi berjalan cepat, dengan tambahan beberapa persen gips yang berfungsi sebagai bahan yang menghambat waktu pengikatan semen dengan air. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi waktu pengikatan adalah :

- Kehalusan semen
- Faktor air semen
- Temperatur/suhu

Kehalusan penggilingan semen akan mempengaruhi kecepatan pengikatan. Kehalusan penggilingan penampang spesifik adalah total diameter penampang

semen. Jika seluruh permukaan penampang lebih besar semen akan memperluas bidang kontak (persinggungan) dengan air semakin besar, semakin lebih besar bidang persinggungan semakin cepat kecepatan bereaksinya. Karena itu kekuatan awal dari semen-semen yang lebih halus (penampang spesifik lebih besar) akan lebih tinggi, sehinnga pengaruh kekuatan akhirnya berkurang.

Pada dasarnya semen membutuhkan air sekitar 30% berat semen untuk bereaksi secara sempurna. Akan tetapi apabila berat air kurang dari 40% berat semen reaksi kimia tersebut tidak dapat selesai dengan sempurna, lagi pula adukan beton sulit untuk dipadatkan. Kurang sempurnanya reaksi kimia maupun kurang padatnya adukan beton ini mengakibatkan beton menjadi lemah dan berongga sehingga akibatnya kekuatan beton berkurang. Jadi air dibutuhkan untuk bereaksi dengan semen dan untuk memudahkan pemadatan beton sehingga tidak berongga (keropos).

Pada saat semen bereaksi dengan air akan timbul energi panas, yang dinamakan panas-hidrasi. Jumlah panas yang terjadi tergantung dari jenis semen dan kehalusan penggilingan. Dalam kenyatannya, perkembangan panas ini dapat menjadi masalah keretakan yang terjadi pada waktu pendinginan, pada beton hal ini tidak diinginkan karena dapat menurunkan kualitas beton tersebut.

Hubungan antara faktor air semen dan kekuatan beton dapat ditulis menurut Duff Abrams (1919) (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992) sebagai berikut :

$$fc' = \frac{A}{B^{1.5x}} \quad \text{..... (Rumus 3.2)}$$

Dengan : f_c' = kuat tekan beton

x = fas (yang semula dalam proporsi volume)

A,B = konstanta

Faktor lain yang besar besar pengaruhnya terhadap pembentukan panas-hidrasi selain sifat-sifat beton yang lain adalah faktor air semen (*water-cement ratio*).

Faktor air semen (F.A.S) adalah perbandingan antara berat air dan semen yang dapat ditulis sebagai berikut (R. Sagel dkk. Pedoman Pengerjaan Beton. Erlangga, 1993) :

$$fas = \frac{Berat\ air}{Berat\ semen} \quad \text{(Rumus 3.3)}$$

Pada beton biasa, faktor air-semen dipakai antara 0,5 dan 0,6 yang akan menghasilkan kuat tekan rata-rata beton sekitar 45 Mpa dan 25 Mpa (tergantung pada faktor-faktor lain).

Tabel 3.1 Menentukan harga w/c

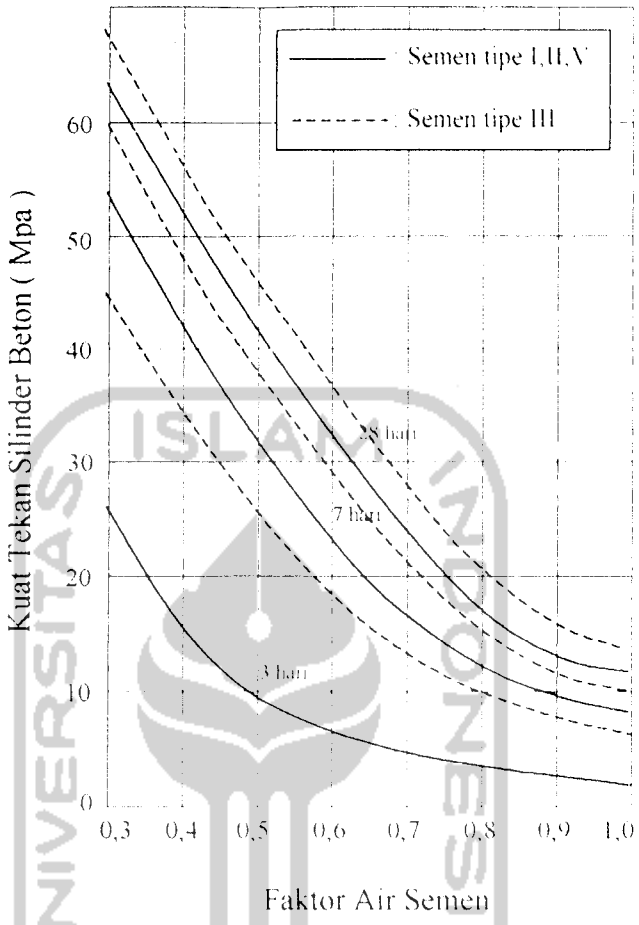
(Panduan Praktikum Bahan Konstruksi Teknik Laboratorium BKT, FTSP-UII)

Kekuatan tekan beton pada umur 28 hari		Water cement ratio w/c	
Satuan Mpa	Satuan kg/cm^2	Beton tanpa udara didalam	Beton dengan udara didalam
48	487,0	0,33	-
41	415,9	0,41	0,32
34	344,9	0,48	0,40
28	284,1	0,57	0,48
21	213,0	0,68	0,59
14	142,0	0,82	0,74

Semen bersenyawa dengan air, dari hasil persenyawaan ini akan membentuk suatu reaksi kimia. Suatu hubungan yang erat akan timbul bila produksi reaksi dari butiran-butiran semen seakan tumbuh saling menyatu.

Faktor air semen yang rancah (kadar air sedikit) menyebabkan air diantara semen-semen sedikit sehingga jarak antar butiran semen menjadi lebih pendek, akibatnya massa semen menunjukan lebih berkaitan, karenanya kekuatan awal lebih dipengaruhi dan akhirnya batuan semen akan mencapai kepadatan yang tinggi.

Semen dapat mengikat air sekitar 40% dari beratnya, dengan kata lain air sebanyak 0,4 kali dari berat semen telah cukup untuk membentuk seluruh semen berhidrasi. Sisa air yang berlebih tinggal didalam pori-pori. Bila spesi beton ditambah ekstra air maka sebenarnya hanya pori-porinya yang bertambah banyak yang akan mengakibatkan kekuatan beton menjadi berkurang. Grafik uraian tentang pengaruh faktor air semen pada perkembangan kekuatan diilustrasikan pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Hubungan antara *fas* dan kuat tekan rata-rata silinder beton

(Tjokrodimuljo Kardiyono, Teknologi Beton 1992, hal 96)

3.1.2 Pengaruh Bentuk Butiran Agregat Kasar Pada Kekuatan Beton

Bentuk butiran agregat lebih berpengaruh terhadap beton segar daripada setelah beton mengeras. Bentuk butiran agregat dapat dibedakan menjadi :

a) agregat bulat,

b) bulat sebagian,

c) bersudut,

d) panjang, dan

e) pipih

Agregat bulat, mempunyai rongga udara minimum 33 persen. Hal ini berarti mempunyai rasio luas permukaan-volume kecil, sehingga memerlukan pasta semen yang sedikit untuk menghasilkan beton yang baik, tetapi ikatan antar butir-butirannya kurang kuat sehinngga lekatannya lemah. Agregat ini tidak cocok untuk beton mutu tinggi maupun perkerasan jalan raya.

Agregat bulat sebagian, mempunyai ronnga yang lebih tinggi, yaitu berkisar antara 35 samapai 38 persen, sehinngga lebih banyak membutuhkan pasta semen untuk mendapatkan beton segar yang dapat dikerjakan. Ikatan antar butiran agregat lebih baik daripada agregat bulat, tetapi masih belum baik untuk beton mutu tinggi.

Agregat bersudut, mempunyai rongga berkisar 38 sampai 40 persen. Ikatan antar butir-butiran agregat baik sehinngga mempunyai daya lekat yang baik. Pasta semen yang dibutuhkan lebih banyak untuk membuat adukan semen dapat dikerjakan. Agregat ini baik untuk beton mutu tinggi.

Agregat memanjang, bila ukuran terbesar (yang paling panjang) lebih dari 9/5 dari ukuran rata-rata. Agregat ini mempunyai pengaruh yang jelek terhadap daya tahan dan keawetan beton, karena agregat ini cenderung berkedudukan pada bidang rata air (horisontal), sehingga terdapat rongga dibawahnya.

Agegat pipih, adalah agregat yang ukuran terkecil butirannya kurang dari 3/5 ukuran rata-ratanya. Agregat akan dinamakan pipih jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari 3/5 x 15 mm = 9 mm. Agregat ini mempunyai pengaruh yang jelek terhadap keawetan beton, karena kedudukannya horisontal

sehinngga terdapat rongga udara dibawahnya. Umumnya butiran agregat pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 15 persen dari total agregat yang digunakan dalam campuran adukan beton.

Dari berbagai macam bentuk agregat diatas, bentuk dan tekstur agregat kasar akan sangat mempengaruhi kekuatan dan sifat-sifat dari struktural beton. Karena itu, agregat kasar harus cukup keras, bebas dari retakan atau bagian yang lemah, bersih, dan bebas dari lapisan permukaan. Sifat agregat kasar juga akan mempengaruhi sifat ikatan agregat dengan mortar dan juga kadar air yang diperlukan. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus) bersih, keras, kuat dan gradasinya baik. Agregat juga harus mempunyai bentuk kestabilan terhadap bahan kimiawi, dan dalam hal ini harus tahan terhadap cuaca dan keausan.

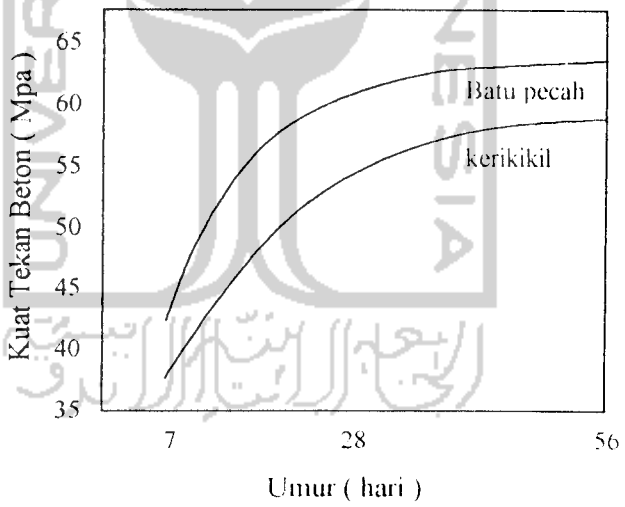
Bentuk agregat yang bersudut (batu pecah) mempunyai luas permukaan yang lebih besar daripada agregat yang bulat (kerikil), sehingga mempunyai daya lekat dengan pasta yang lebih kuat. Selain itu batu pecah juga mempunyai tekstur permukaan yang kasar, sehinngga lekatan dengan pasta juga lebih baik. Dengan adanya lekatan yang baik antara batuan dan pasta, maka kekuatan beton menjadi lebih tinggi.

Agregat diperoleh dari sumber daya alam yang telah mengalami pengecilan ukuran secara alamiah (misalnya kerikil) atau dapat pula diperoleh denagn cara memecah batu alam.

Sifat-sifat agregat yang mempengaruhi kualitas beton :

1. Bentuk dan tekstur

Butiran agregat yang membulat menyebabkan adukan campuran beton menjadi lebih mudah untuk dikerjakan dari pada agregat yang bentuknya bersudut. Tekstur permukaan agregat yang kurang kasar akan menyebabkan adukan menjadi lebih mudah untuk dikerjakan dan penggunaan semen menjadi lebih hemat. Bentuk agregat yang bulat dan permukaan yang halus lebih menentukan kemudahan pengerjaan (*workability*) . Sifat-sifat mekanis beton keras dipengaruhi oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar dan pasta semen akan semakin kuat, sehingga kekuatan beton semakin tinggi.



Gambar 3.2 Pengaruh jenis agregat terhadap kuat tekan beton
(Tjokrodimuljo Kardiyono, Teknologi Beton 1992, hal 96)

2. Gradasi

Disrtibusi ukuran agregat akan mempengaruhi kemudahan dalam pengerjaan campuran beton (*workability*), kekuatan beton dan sifat-sifat beton keras. Gradasi dari agregat halus akan lebih menentukan daripada agregat kasar, karena

agregat halus berfungsi sebagai pengisi pori diantara butiran agregat kasar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit, dengan kata lain kemampatannya tinggi. Pada pembuatan beton diinginkan suatu butiran yang kemampatannya tinggi, karena volume porinya sedikit maka akan menentukan *workability* beton, jumlah semen yang dibutuhkan sedikit dan kepadatan betonnya meningkat. Dengan gradasi agregat yang baik akan menghasilkan beton yang kuat karena volume ruang kosong diantara butiran butir-butirnya menjadi minimal, sehingga beton menjadi padat dan kompak.

Secara teoritis gradasi agregat yang terbaik adalah yang didasarkan pada karakteristik buti-butir agregatnya. Fuller dan Thompson pada tahun 1907 menemukan suatu gradasi ideal (yang mempunyai rongga minimum), yang dirumuskan:

$$Pt = (d / D)^{0.5} \quad \text{(Rumus 3.4)}$$

dengan : Pt = total butiran agregat yang lebih kecil daripada d

D = ukuran maksimum butiran

Selanjutnya rumus tersebut digeneralisasiaknan menjadi :

$$Pt = (d / D)^{q} \quad \text{(Rumus 3.5)}$$

dengan q berkisar antara 0 dan 1

3. Berat Jenis (*specific garffity*)

Berat jenis (*specific graffity*) adalah perbandingan antara massa padat agregat dan massa air dengan volume yang sama pada suhu yang sama. Karena butiran agregat mengandung pori-pori yang ada dalam butiran dan tertutup atau

saling tidak berhubungan, maka berat jenis agregat dibedakan menjadi dua istilah, yaitu:

a) Berat jenis mutlak, jika volume benda padatnya tanpa pori
b) Berat jenis semu, jika volume benda padatnya termasuk pori-pori tertutupnya.

Berat jenis perlu diketahui untuk menghitung berat total bahan-bahan yang digunakan untuk membuat $1m^3$ beton.

4. Berat Volume (*unit weight*)

Berat volume (*unit weight*) adalah berat satu satuan isi agregat bergradasi. Isi agragat bergradasi meliputi isi butiran-butiran agregat (bagian padat dan pori-pori di dalamnya) ditambah dengan isi rongga-rongga udara di antara butiran agregat tersebut. Berat volume dipengaruhi oleh kepadatan agregat bergradasi tersebut Biasanya berat volume ditentukan untuk kondisi *oven dry*: lepas (*loose*, tidak dipadatkan) atau padat (*rodded*, ditusuk-tusuk). Makin baik gradasi agregat makin kecil rongga udara di antara butiran agregat, sehingga pemakaian semen makin hemat dan berat volume padatnya makin tinggi.

5. Kelembaban Agregat dan Absorpsi

Karena agregat mempunyai pori-pori, sehingga air dapat terserap didalamnya. Air juga dapat menempel pada permukaaan agregat. Kelembaban agregat perlu diketahui, karena jika agregat cenderung menyerap air, maka air dari pasta semen akan diserap, sehinngga *water cement* dan *workability* berkurang, begitu pula sebaliknya.

3.1.3 Pengaruh Perawatan Beton (*Curring*) pada Kekuatan Beton

Reaksi kimia yang terjadi pada peningkatan dan pengerasan beton tergantung pada pengadaan airnya. Meskipun dalam keadaan normal, air yang tersedia dalam jumlah yang memadai untuk melakukan proses hidrasi penuh selama pencampurannya, perlu adanya jaminan bahwa masih tersedia air yang tertahan atau jenuh untuk memungkinkan kelanjutan reaksi kimia tersebut.

Penguapan dapat mengakibatkan suatu kehilangan air yang cukup berarti sehingga menyebabkan terhentinya proses hidrasi, dengan konsekuensi berkurangnya kekuatan beton. Dapat ditambahkan juga bahwa penguapan dapat menyebabkan penyusutan kering yang terlalu awal dan cepat, sehingga dapat menimbulkan tegangan tarik yang menyebabkan keretakan beton, kecuali bila beton ini telah mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan tegangan tarik tersebut. Oleh karena itu perlu direncanakan suatu perawatan untuk mempertahankan beton supaya terus-menerus dalam keadaan basah selama periode beberapa hari bahkan beberapa minggu, termasuk pencegahan penguapan dengan membasahi permukaannya.

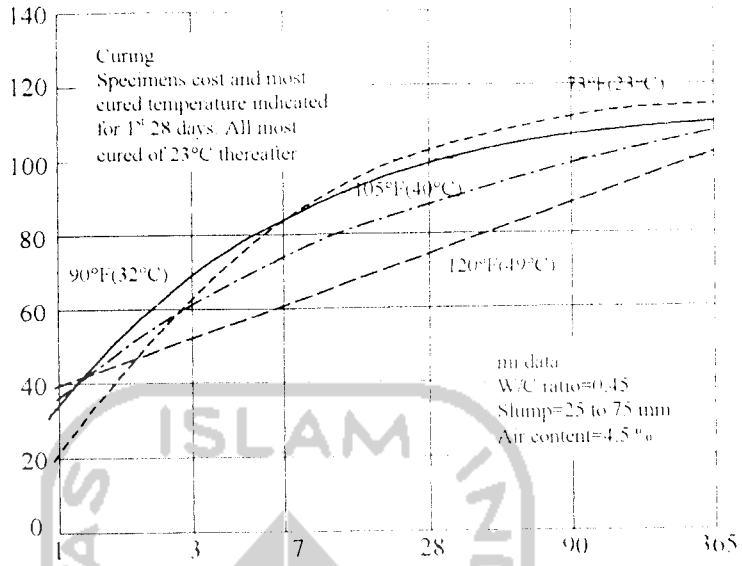
Perawatan beton yang baik akan memperbaiki segi kualitas beton. Disamping lebih kuat dan lebih awet terhadap agresi kimia, beton ini juga akan lebih kuat terhadap aus dan lebih kedap air. Sehari setelah pembentukan beton merupakan saat yang terpenting, periode sesudahnya diperlukan perawatan dengan air guna memperbaiki beton yang kurang kekedapan. Perawatan dengan cara membasahi menghasilkan kekuatan beton yang lebih baik.

Untuk mendapatkan beton yang baik harus diikuti dengan perawatan (*curring*) pada lingkungan atau suasana yang tepat selama tingkatan pengerasan awal.

3.1.4 Pengaruh Temperatur Pada Kekuatan Beton

Naiknya temperatur perawatan akan mempercepat reaksi-reaksi kimia dari proses hidrasi dan karenanya sangat mempengaruhi kekuatan awal beton tanpa adanya pengaruh-pengaruh yang merugikan pada kekuatan selanjutnya. Tetapi temperatur yang lebih tinggi dalam proses penguatan beton (*setting*), meskipun menaikan kekuatan awal namun dapat memberikan pengaruh yang dapat merugikan kekuatan beton. Hal ini disebabkan karena hidrasi awal yang cepat terlihat membentuk hasil-hasil struktur yang secara fisik lebih buruk seperti banyaknya pori-pori. Hal ini akan menghasilkan kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan beton yang berpori sedikit.

Gambar dibawah ini menunjukan pengaruh temperatur pada kekuatan dengan bermacam umur beton.



Gambar 3.3 Pengaruh temperatur pada laju kuat tekan beton

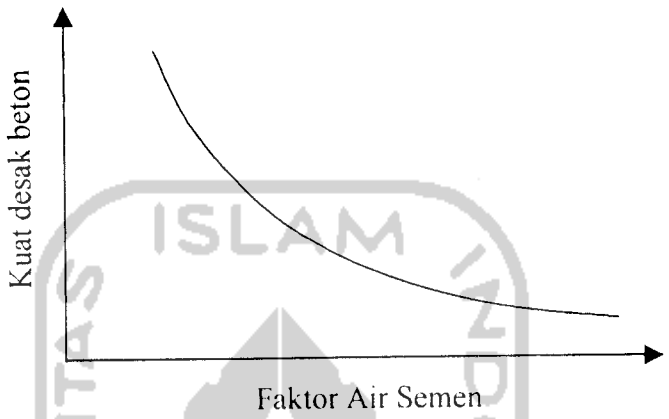
(Kardiono Tjokrodimuljo, Teknologi beton. 1992 hal 93)

Berdasarkan gambar menunjukan bahwa temperatur yang optimum untuk menghasilkan kuat tekan yang terbesar pada suhu 73°F (23°C).

3.2 Faktor Air Semen

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat air dan berat semen yang digunakan dalam adukan beton. Faktor air semen sangat besar pengaruhnya terhadap pembentukan panas hidrasi. Panas hidrasi ini timbul karena adanya reaksi antara semen dengan air, sedangkan hasil dari reaksi tersebut adalah hidrasi semen. Faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan semakin rendah f.a.s, maka kuat tekan beton yang dihasilkan akan semakin tinggi. Meskipun demikian f.a.s yang rendah akan menyulitkan proses pemadatan sehingga kekuatan beton menjadi kurang

padat, oleh sebab itu ada suatu nilai fas optimum yang menghasilkan kuat desak maksimum dan dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Hubungan antara kuat desak beton dengan nilai faktor air semen
(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992)

3.3 Slump Beton

Pengujian slump beton telah dilakukan lima puluh tahun yang lalu di Amerika dan sekarang dipakai secara luas sebagai alat pemeriksa konsistensi beton dilapangan. Pengujian slump dilakukan untuk mengetahui dan mengukur tingkat kelecakan adukan beton, yaitu kecairan/kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton.

Pengujian di Amerika menyimpulkan bahwa kenaikan suhu campuran beton, akan menurunkan nilai slump. Penurunannya sekitar 20 mm pada kenaikan suhu sebesar 10°C.

Standart Inggris membuat persyaratan bahwa nilai slump dari bahan contoh dilapangan harus diukur seketika setelah pengambilan contoh bahan uji. Kadang-kadang lebih berguna untuk mengukur slump pada waktu tertentu adalah

mencampur atau setelah pengangkutan pada tempat pencetakan. Ini mengingat adanya perubahan slump test sesuai dengan waktu konsistensi dicatat dalam mm penurunan benda uji selama pengujian yang dikenal dengan sebagai slump. Variasi random yang terjadi antara slump adalah adanya beberapa ukuran akibat tiga buah jenis slump yang terjadi dalam praktek. Yang pertama terdiri penurunan umum dan seragam tanpa ada yang pecah oleh karena itu dapat dikatakan slump yang sebenarnya. Yang kedua adalah slump geser yang terjadi bilamana separuh puncaknya bergeser dan tergelincir kebawah pada bidang miring. Jenis ketiga terjadi pada kerucut yang runtuh seluruhnya.

Tabel 3.2 Nilai slump untuk berbagai jenis pekerjaan beton

(Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971, hal 38)

Pemakaian jenis elemen	Max (cm)	Min (cm)
Dinding pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah pondasi	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan massal	7,5	2,5

3.4 Workability

Kemudahan pengerjaan beton (*workability*) adalah suatu ukuran tingkat kemudahan aduakan beton untuk dikerjakan termasuk adukan, dituang dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan dari penyusun beton dan sifat-sifat bahan

penyusun beton, secara bersama-sama mempengaruhi sifat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat kemudahan dikerjakan antara lain :

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Jumlah air ini akan mempengaruhi konsistensi adukan, yaitu semakin banyak air yang digunakan maka adukan akan semakin cair, sehingga makin mudah untuk dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. Penambahan jumlah semen kedalam campuran adukan beton akan memudahkan pengerjaan adukan betonnya, karena akan diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai fas tetap.
3. Pemakaian bahan tambah *admixture* tertentu yang bertujuan untuk meningkatkan *workability* adukan pada fas rendah, misalnya dengan penambahan *plastizer*.

   Adukan dengan tingkat kelecakan yang tinggi akan memiliki resiko terhadap *bleeding*. Hal ini terjadi karena bahan-bahan padat aduakan beton mengendap dan bahan-bahan susun kurang mampu mengikat air campuran. Resiko terjadinya *bleeding* dapat dikurangi dengan langkah-langkah sebagai berikut ini :

   1. Air campuran yang dipakai sebanyak yang diperlukan sesuai dengan hitungan mix design.
   2. Pasir yang digunakan memiliki bentuk yang seragam dan memiliki kadar butiran yang halus.

3. Gradasi agregat yang dipakai sesuai dengan persyaratan yang ditentukan menurut metode yang dipakai.

3.5 Metode Perencanaan Adukan Beton

Penelitian ini menggunakan metode perencanaan campuran adukan beton dengan metode ACI (Amerika Concrete Institute). Salah satu tujuan peneliti menggunakan metode ACI ini, karena beton dengan menggunakan metode ACI ini, menghasilkan beton yang mudah dikerjakan. Ukuran derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari pengujian nilai slump.

Adapun tata cara urutan perencanaan campuran adukan beton menurut standart ACI adalah sebagai berikut ini :

1. Perhitungan kuat desak rata-rata beton

   Perhitungan kuat desak rata-rata beton memiliki syarat terhadap nilai margin akibat pengawasan dan jumlah sampel yang ditambahkan pada penjumlahan kuat desak rencana beton sesuai dengan rumus sebagai berikut (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992) :

$$f'cr = f'c + k.S \quad \text{..... (Rumus 3.6)}$$

Dengan :

$f'cr$ = Kuat desak rata-rata beton .....(MPa)

$f'c$ = Kuat desak rencana beton .....(MPa)

k = Tetapan statistik. Untuk Indonesia memakai 5% kegagalan atau (devectives) maka faktor k = 1,64 (lihat tabel 3.3)

S = Deviasi standart berdasarkan tabel 3.11 dengan angka konversi untuk sampel kurang dari 30 sampel (lihat tabel 3.5).

Tabel 3.3 Nilai k untuk beberapa keadaan

(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992)

No.	Keadaan	Nilai K
1	Untuk 10 % defektif	1,28
2	Untuk 5 % defektif	1,64
3	Untuk 2,5 % defektif	1,96
4	Untuk 1 % defektif	2,33

Tabel 3.4 Nilai deviasi standar (Kg/cm^2)

(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992)

Volume Pekerjaan (M^3)	Mutu Pekerjaan		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil < 1000	45<S<55	55<S<65	65<S<85
Sedang 1000 – 3000	35<S<45	45<S<55	55<S<75
Besar > 3000	25<S<45	35<S<45	45<S<65

Tabel 3.5 Faktor modifikasi simpangan baku untuk data uji <30 sampel

(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992)

Jumlah sampel	Faktor pengali standar deviasi
≥30	1,00
25	1,03
20	1,08
≤15	1,16

2. Menentukan faktor air semen

Faktor air semen ditentukan dari nilai terendah antara pengaruh kuat desak rata-rata (tabel 3.6) dan pengaruh keawetan elemen struktur terhadap kondisi lingkungan (tabel 3.7) sebagai berikut :

Tabel 3.6 Hubungan *fas* dan kuat tekan silinder beton umur 28 hari
(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992)

Faktor Air Semen	Perkiraan kuat tekan (Mpa)
0,35	42
0,44	35
0,53	28
0,62	22,4
0,71	17,5
0,80	14

Tabel 3.7 Faktor air semen maksimum berdasarkan pengaruh tempat elemen
(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1997)

Kondisi Elemen	Niali FAS
Beton di dalam ruang bangunan	
a. Keadaan keliling non korosif	0,6
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	0,52
Beton diluar bangunan	
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,6
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,6
Beton yang masuk kedalam tanah	

Lanjutan tabel 3.7

a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat alkali dari tanah atau air tanah	0,52
Beton yang kontinyu berhubungan dengan	
a. Air tawar	0,57
b. Air laut	0,52

3. Menentukan besar nilai slump

Nilai slump ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan penggunaan elemen struktur (Tjokrodimuljo, 1992). Nilai slump berdasarkan penggunaan jenis elemen dapat dilihat pada tabel 3.8

Tabel 3.8 Nilai slump berdasarkan penggunaan jenis elemen
(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992)

Pemakaian jenis elemen	Max (cm)	Min (cm)
Dinding pelat pondasi dan pondasi telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan struktur bawah pondasi	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

4. Menetapkan jumlah air yang dibutuhkan

   Jumlah kebutuhan air yang diperlukan dalam campuran adukan beton dalam setiap 1 m^3 dapat ditentukan berdasarkan diameter maksimum agregat dan dari nilai slump (lihat tabel 3.9)

Tabel 3.9 Perkiraan nilai slump berdasarkan ukuran maksimum agregat
(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992)

Slump	Ukuran maksimum agregat (mm)		
	10	20	40
25 – 50	206	182	162
75 – 100	226	203	177
150 – 175	240	212	188
Udara terperangkap	3 %	2 %	1 %

5. Menghitung kebutuhan semen berdasarkan hasil penentuan langkah ke-dua (didapat nilai fas) dan ke-empat (didapat jumlah air) dengan membagi rasio kebutuhan air dengan nilai fas (Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992) :

$$Wsemen = \frac{Wair}{fas} \quad \text{..... (Rumus 3.7)}$$

6. Menetapkan volume agregat kasar

   Menentukan jumlah agregat kasar yang digunakan dalam campuran adukan beton didasarkan pada tabel 3.10 dibawah ini

Tabel 3.10 Perkiraan kebutuhan agregat kasar per m^3 beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus butir pasir (m^3)

(Tjokrodimuljo Kardiono, Teknologi Beton, 1992)

Ukuran max 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	0,84	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

7. Menghitung volume agregat halus yang diperlukan

   Perhitungan agregat halus dapat didasarkan pada pengurangan volume absolut terhadap volume agregat kasar, volume semen, volume air serta prosentasi udara yang terperangkap dalam adukan.

3.6 Hipoteses

Agregat kasar (split / kerikil) pada campuran beton dapat diganti menggunakan limbah hasil peleburan bijih baja (*steel slag*) karena limbah baja (*steel slag*) memiliki sifat-sifat hampir sama seperti kerikil sehingga dapat diambil suatu hipotesa, bahwasanya kuat desak beton dengan menggunakan agregat kasar kerikil akan memiliki kekuatan yang sama dengan beton yang menggunakan agregat kasar limbah baja (*steel slag*).

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini akan di desain suatu campuran beton dengan menggunakan agregat kasar berupa *steel slag* (limbah baja) yang kemudian akan dibandingkan kekutan desaknya dengan beton dengan menggunakan agregat kasar kerikil. Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium dengan membuat beberapa benda uji silinder beton.

Hasil akhir suatu penelitian berkaitan erat dengan metode penelitian yang disesuaikan dengan prosedur, jenis alat yang digunakan dan jenis penelitiannya.

4.1 Standar Tes dan Spesifikasi Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian dan klasifikasi terhadap bahan penyusun campuran beton. Adapun bahan-bahan penyusun tersebut adalah sebagai berikut :

1. Semen Portland

   Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland jenis I merk Gresik dengan data sebagai berikut :

   a. Berat Jenis : 3,15

   b. Tipe Semen : Tipe I

2. Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam dengan data bahan sebagai berikut :

a. Asal pasir : Sungai Krasak

b. Berat Jenis "SSD" : 2,540

Adapun contoh hitungan dari berat jenis pasir diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 133

c. Berat volume "SSD" : 1,56065 t/m^3

Adapun contoh hitungan dari berat volume pasir diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 136

d. Modulus Halus Butir (MHB) = 2,6

Adapun contoh hitungan modulus halus butir (MHB) dari pasir diatas diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 139

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Batu pecah

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah dengan data bahan sebagai berikut :

a. Asal kerikil : Sungai Progo

b. Berat Jenis "SSD" : 2,58237

Adapun contoh hitungan dari berat jenis kerikil diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 135

c. Berat volume "SSD" : 1,5142 t/m^3

Adapun contoh hitungan dari berat volume kerikil diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 138

d. Modulus Halus Butir (MHB) 6,63

Adapun contoh hitungan modulus halus butir (MHB) dari kerikil diatas diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 140

2. *Steel slag*

Pada penelitian ini juga digunakan agregat kasar berupa limbah baja (*steel slag*) dengan data bahan sebagai berikut :

a. Asal *steel slag* : PT Purna Baja Hacket Cilegon

b. Berat Jenis "SSD" : 3,815

Adapun contoh hitungan dari berat jenis *steel slag* diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 134

c. Berat volume "SSD" : 2,3704 t/m^3

Adapun contoh hitungan dari berat volume *steel slag* diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 137

d. Modulus Halus Butir (MHB) = 5,7013

Adapun contoh hitungan modulus halus butir (MHB) dari *steel slag* diatas diatas dapat dilihat pada LAMPIRAN 141

e. Nilai keausan *steel slag* dengan mesin Los Angeles 24,06 %

Adapun hasil pengujian dari nilai keausan *steel slag* dapat dilihat pada LAMPIRAN 142

4. Air

Air yang digunakan berasal dari air PAM Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik FTSP UII.

4.2 Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini

Tabel 4.1 Alat – alat yang digunakan dalam penelitian

No	Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering agregat
2	Piring Logam	Menampung agregat di oven
3	Mesin Siever	Pengayak mekanik
4	Ayakan	Menyaring agregat
5	Timbangan	Meningbang bahan-bahan
6	Gelas ukur	Menakar air
7	Ember	Menampung agregat
8	Kerucut Abrams	Pengujian slump
9	Mixer listrik	Pencampuran adukan
10	Sekop besar	Mengaduk agregat
11	Sekop kecil	Memasukan adukan kedalam cetakan
12	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
13	Penggaris	Mengukur slump
14	Cetakan silinder	Tempat mencetak benda uji
15	Kapiler	Mengukur diameter benda uji
16	Mesin uji desak	Uji desak beton
17	Kolam perendaman	Menjaga kelembaban beton

4.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian digambarkan dalam bagan alir berikut ini

1. Tahap perumusan masalah

   Tahap ini meliputi perumusan terhadap topik penelitian, termasuk perumusan tujuan, serta pembatasan terhadap permasalahan.

2. Tahap perumusan teori

   Pada tahap ini dilakukan pengkajian pustaka terhadap teori yang melandasi penelitian serta ketentuan-ketentuan yang menjadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

3. Tahap pelaksanaan penelitian

   Pelaksanaan penelitian disesuaikan dengan jenis penelitian dan hasil yang ingin didapat. Pada tahap ini dimulai dengan pengumpulan bahan-bahan untuk pembuatan campuran beton. Selanjutnya untuk pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII dengan urutan langkah sebagai berikut :

   - perencanaan bahan campuran beton
   - perencanaan campuran beton
   - pembuatan campuran beton
   - pengujian slump
   - pembuatan benda uji
   - perawatan benda uji
   - pengujian benda uji

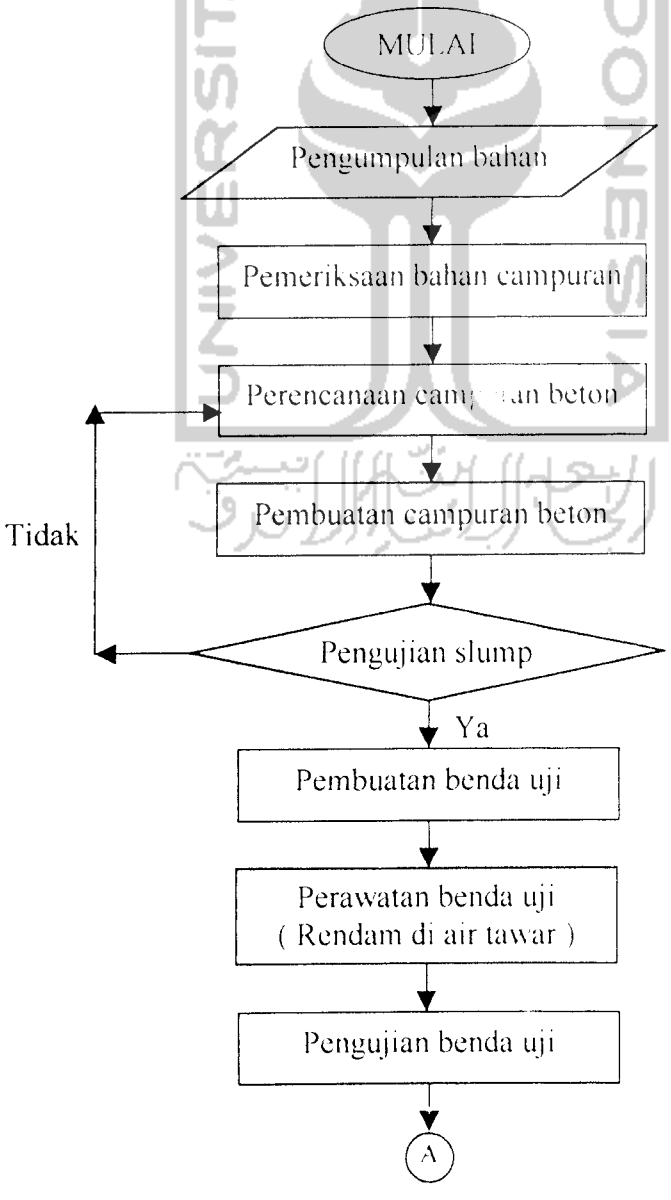
4. Tahap analisa dan pembahasan

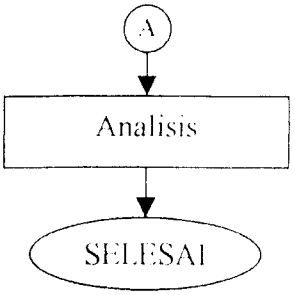
Analisa dilakukan terhadap hasil uji laboratorium. Hasil uji laboratorium tersebut dicatat dan dibandingkan terhadap hipotesa. Pembahasan dilakukan terhadap hasil penelitian ditinjau berdasarkan teori yang melandasi.

5. Tahap penarikan kesimpulan

Dari hasil laboratorium dapat diambil kesimpulan berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab pemecahan terhadap permasalahan.

Untuk lebih jelasnya, prosedur penelitian yang kami lakukan akan kami sajikan dalam bentuk diagram *flow chart* seperti pada gambar 4.1 dibawah ini





Gambar 4.1 Bagan alir prosedur penelitian

4.4 Perencanaan Perhitungan Campuran Beton

4.4.1 Perhitungan Rancangan Campuran Beton Kerikil

Dari data-data hasil penelitian yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar didapat :

a. Agregat Halus

Berat jenis (SSD) = 2,54032 ..... (lihat lampiran 133)

Berat isi = 1,5142 t/m^3 ..... (lihat lampiran 136)

Modulus Halus Butir (MHB) = 2,62602 ..... (lihat lampiran 139)

b. Agregat Kasar

Berat jenis (SSD) = 2,58237 ..... (lihat lampiran 135)

Berat isi = 1,5142 t/m^3 ..... (lihat lampiran 138)

- Mutu beton yang direncanakan fc' = 22,5 MPa
- Berat Jenis Semen = 3,15
- Standar Deviasi (sd) = 6,5 Mpa (dari tabel 3.4)
- Nilai slump = 75-150 mm (dari tabel 3.8)
- σ beton yang akan dicapai = f'cr = fc' + 1,64 sd

= 22,5 + 1,64(6,5) = 33,16 MPa

- Menentukan faktor air semen (fas)

  1. Berdasarkan nilai kuat desak beton yang akan dicapai sebesar 33,16 MPa maka akan diperoleh nilai fas sebesar 0,4636 (dari tabel 3.6).
  2. Untuk bangunan di dalam ruangan dengan kondisi keadaan keliling non korosif, maka dari tabel 3.7 diperoleh nilai fas maksimum sebesar 0,6.

- Menentukan nilai slump

  Berdasarkan tabel 3.8 untuk beton yang digunakan untuk pelat, balok, kolom, dan dinding maka diperoleh nilai slump sebesar 75 – 150 mm.

- Menentukan jumlah air yang dibutuhkan

  Dengan ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm dan berdasarkan nilai slump yang telah ditentukan maka dapat kita peroleh air yang dibutuhkan yaitu sebesar 207,26 liter dengan udara terperangkap di dalam beton sebesar 1,963% (dari tabel 3.9).

- Menghitung kebutuhan akan semen

  Dari nilai *fas* dan volume air yang dibutuhkan, maka jumlah semen yang diperlukan dapat dihitung sebagai berikut :

$$Wsemen = \frac{207,26}{0,4636} = 447,066kg$$

- Menentukan volume agregat kasar yang dibutuhkan

  Volume agregat kasar yang dibutuhkan ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat kasar yaitu sebesar 20mm dan modulus halus butir (MHB) pasir yaitu sebesar 2,62602, maka dari tabel 3.10 akan diperoleh volume agregat kasar yang dibutuhkan yaitu sebesar 0,6274 m^3.

Berat kerikil kering dalam beton sebesar = 0,6274 x 1514,2 = 950 kg/m^3

- Menentukan volume agregat halus yang dibutuhkan

Volume semen	= 447,066 / (3,15 x 1000)	= 0,1419	m^3
Volume air	= 207,26 / 1000	= 0,20726	m^3
Volume agregat kasar	= 950 / (2,58237 x 1000)	= 0,36788	m^3
Volume udara	= 1,963 %	= 0,01963	m^3
		Σ = 0,73667	m^3

Vol pasir = 1 – 0,74667 = 0,2633 m^3

Berat agregat halus = 0,2633 x 2,54032 x 1000 = 668,9424 kg

- Kebutuhan material penyusun beton dalam 1 m^3 dalam adukan beton normal

Dari beberapa penentuan parameter diatas maka didapat beton 1m^3 mempunyai perbandingan *Pc : Ps : Kr : Air* 1 : 1,49 : 2,12 : 0,463

Maka 1 m^3 beton material membutuhkan :

- Semen = 447,066 kg
- Pasir = 668,9424 kg
- Kerikil = 950 kg
- Air = 207,26 kg

- Untuk silinder Ø 15 cm dan tinggi = 30 cm, membutuhkan volume

0,25 x Π x 15^2 x 30 = 5301,4376 cm^3 = 0,0053041 m^3

Untuk 6 silinder = 6 x 0,0053041 = 0,0318 m^3, maka :

- Semen = 0,0318 x 447,066 = 14,2167 kg
- Pasir = 0,0318 x 668,9424 = 21,2723 kg
- Kerikil = 0,0318 x 950 = 30,21 kg

- Air = 0,0318 x 207,26 = 6,59 kg

4.4.2 Perhitungan Rancangan Campuran Beton Limbah Baja

Dari data-data hasil penelitian yang dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar (*steel slag*) didapat :

a. Agregat Halus

Berat jenis (SSD) = 2,54032 ..... (lihat lampiran 133)

Berat isi = 1,5142 t/m^3 ..... (lihat lampiran 136)

Modulus Halus Butir (MHB) = 2,62602 ..... (lihat lampiran 139)

b. Agregat Kasar (*steel slag*)

Berat jenis (SSD) = 3,815 ..... (lihat lampiran 134)

Berat isi = 2,3704 t/m^3 ..... (lihat lampiran 137)

- Mutu beton yang direncanakan fc' = 22,5 MPa
- Berat Jenis semen = 3,15 gr/cm^3
- Standar Deviasi (sd) = 6,5 Mpa (dari tabel 3.4)
- Nilai slump = 75-150 mm (dari tabel 3.8)
- σ beton yang akan dicapai = f'cr = fc' + 1,64 sd

  = 22,5 + 1,64(6,5) = 33,16 MPa

- Menentukan faktor air semen (fas)
  1. Berdasarkan nilai kuat desak beton rata-rata sebesar 33,16 MPa maka akan diperoleh nilai fas sebesar 0,4636 (dari table 3.6).
  2. Untuk bangunan di dalam ruangan dengan kondisi keadaan keliling non korosif, maka dari table 3.7 diperoleh nilai fas maksimum sebesar 0,6.
- Menentukan nilai slump

Berdasarkan tabel 3.8 untuk beton yang digunakan untuk pelat, balok, kolom, dan dinding maka diperoleh nilai slump sebesar 75 – 150 mm.

- Menentukan jumlah air yang dibutuhkan

  Dengan ukuran agregat maksimum sebesar 20 mm dan berdasarkan nilai slump yang telah ditentukan maka dapat kita peroleh air yang dibutuhkan yaitu sebesar 207,26 liter dengan udara terperangkap di dalam beton sebesar 1,963% (dari tabel 3.9).

- Menghitung kebutuhan akan semen

  Dari nilai *fas* dan volume air yang dibutuhkan, maka jumlah semen yang diperlukan dapat dihitung sebagai berikut :

$$Wsemen = \frac{207,26}{0,4636} = 447,066kg$$

- Menentukan volume agregat kasar yang dibutuhkan

  Volume agregat kasar yang dibutuhkan ditentukan berdasarkan ukuran maksimum agregat kasar yaitu sebesar 20mm dan modulus halus butir (MHB) pasir yaitu sebesar 2,62602, maka dari tabel 3.10 akan diperoleh volume agregat kasar yang dibutuhkan yaitu sebesar 0,6274 m^3.

  Berat *steel slag* kering dalam beton sebesar = 0,6274 x 2370,4 = 1487,1889 kg/m^3

- Menentukan volume agregat halus yang dibutuhkan

Volume semen	= 447,066 / (3,15 x 1000)	= 0,1419	m^3
Volume air	= 207,26 / 1000	= 0,20726	m^3
Volume *steel slag*	= 1487,189 / (3,815 x 1000)	= 0,38983	m^3

Volume udara = 1,963 % $= 0,01963 \text{ m}^3$

$\Sigma = 0,75862 \text{ m}^3$

Vol pasir = 1 – 0,75862 = 0,24138 m^3

Berat agregat halus = 0,24138 x 2,54032 x 1000 = 613,1824 kg

- Kebutuhan material penyusun beton dalam 1 m^3 dalam adukan beton normal

  Dari beberapa penentuan parameter diatas maka didapat beton 1m^3 mempunyai perbandingan *Pc : Ps : Steel slag : Air* 1: 1,37 : 3,32 : 0,463

  Maka 1 m^3 beton material membutuhkan :

  - Semen = 447,066 kg
  - Pasir = 613,1824 kg
  - *Steel slag*= 1487,18896 kg
  - Air = 207,26 kg

- Untuk silinder Ø 15 cm dan tinggi = 30 cm, membutuhkan volume =

  0,25 x Π x 15^2 x 30 = 5301,4376 cm^3 = 0,0053041 m^3

  Untuk 6 silinder = 6 x 0,0053041 = 0,0318 m^3, maka :

  - Semen = 0,0318 x 447,066 = 14,2167 kg
  - Pasir = 0,0318 x 613,1824 = 19,5 kg
  - *Steel slag*= 0,0318 x 1487,1889 = 47,292 kg
  - Air = 0,0318 x 207,26 = 6,59 kg

Untuk lebih memudahkan dalam proses pembuatan campuran beton, maka perbandingan komposisi antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air dari tiap jenis beton akan kami sajikan dalam bentuk tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Perbandingan komposisi campuran beton untuk 6 benda uji

Jenis beton / Perbandingan Σ	Beton kerikil		Beton *steel slag*	
	Dalam m^3	Dalam Kg	Dalam m^3	Dalam Kg
Semen	0,004512	14,2167	0,004512	14,2167
Agregat halus	0,008373	21,2723	0,007676	19,5
Agregat kasar	0,011699	30,21	0,012397	47,292
Air	0,006591	6,59	0,006591	6,59

4.5 Pengujian Nilai Slump

Pengujian nilai slump menggunakan alat yang disebut dengan kerucut standart Abrahms.Maksud dari pengujian nilai slump ini dalah untuk mengetahui kemudahan dalam pengerjaan beton (workability) dari komposisi campuran beton yang telah ditentukan.

4.6 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan setelah campuran adukan beton mencapai nilai slump yang telah ditentukan yaitu sebesar 75 – 150 mm.Dalam penelitian ini kami menggunakan cetakan beton yang berbentuk silinder yang mempunyai ukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm.Selama penuangan beton dalam cetakan silinder, hendaknya diikuti dengan proses pemadatan, sehingga akan diperoleh beton yang mempunyai kepadatan yang diperlukan.

4.7 Perawatan Benda Uji

Beton memerlukan perawatan untuk menjamin terjadinyan proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna dengan menjaga kelembaban permukaan beton. Untuk mempertahankan beton supaya berada dalam keadaan basah selama periode beberapa hari, maka dilakukan perendaman sampel beton didalam bak perendaman dan direndam dengan air bersih sampai satu hari sebelum diuji.

4.8 Pengujian Benda Uji

Pengujian desak beton dilakukan setelah benda uji berumur 7,14 dan 28 hari. Pengujian dilakukan sesuai dengan standar pengujian ASTM yaitu dengan pembebanan vertikal dengan menggunakan mesin desak hidrolik dimana benda uji diletakkan pada tempat pengujian lalu dilakukan pembebanan secara bertahap secara perlahan-lahan sampai mencapai beban maksimum (benda uji mengalami kehancuran). Kekuatan uji tekan dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang diterima dengan luas permukaan benda uji.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam suatu penelitian akan didapatkan hasil yang kemudian akan dilakukan analisis hasil dan pembahasan terhadap data-data yang diperoleh. Adapun analisis dan pembahasan hasil penelitian yang akan dikemukakan disini meliputi berat jenis beton dan kuat tekan beton

5.1 Hasil Penelitian

Dari hasil pengujian desak beton terhadap benda uji yang telah berumur 7 hari,14 hari dan 28 hari, akan diperoleh hasil kuat desak beton yang ditunjukan pada tabel 5.3 dan tabel 5.4. Selanjutnya nilai kuat desak dari kedua jenis beton tersebut dibandingkan untuk dianalisis.

5.2 Hasil Pengujian

Untuk memperjelas penyajian hasil penelitian, berikut ini akan diuraikan ringkasan hasil pengujian dari berat jenis dan kuat tekan beton yang akan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar grafik. Adapun hasil dari pengujian yang telah dilakukan, kami lampirkan dalam bentuk tabel dan grafik pada sub bab 5.2.1 dan sub bab 5.2.2.

5.2.1 Berat Jenis Beton

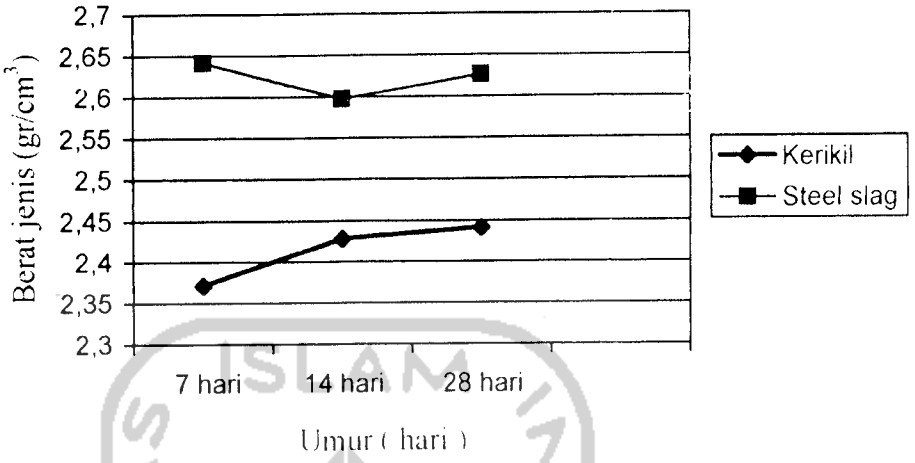
Sebagaimana telah disebutkan dalam tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik fisik beton, diantaranya yaitu berat jenis beton yang di hasilkan. Adapun berat jenis beton dari tiap variasi akan kami sajikan dalam bentuk tabel dan grafik dibawah ini.

Tabel 5.1 Berat jenis beton yang menggunakan agregat kasar kerikil

Variasi	Berat jenis (gr/cm^3) beton umur		
	7 hari	14 hari	28 hari
Beton A1	2,40312	2,44085	2,40029
Beton A2	2,32013	2,45216	2,47103
Beton A3	2,38237	2,45971	2,44745
Beton A4	2,35974	2,39934	2,44934
Beton A5	2,37671	2,40218	2,45217
Beton A6	2,38615	2,41482	2,43236
Nilai rata-rata	2,3714	2,4282	2,4421

Tabel 5.2 Berat jenis beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag*

Variasi	Berat jenis (gr/cm^3) beton umur		
	7 hari	14 hari	28 hari
Beton B1	2,61249	2,63136	2,61439
Beton B2	2,63136	2,60401	2,60873
Beton B3	2,63513	2,54836	2,60495
Beton B4	2,65022	2,56628	2,66531
Beton B5	2,70021	2,59269	2,60684
Beton B6	2,61815	2,64079	2,65494
Nilai rata-rata	2,6414	2,5973	2,6259



Gambar 5.1 Grafik berat jenis rata-rata beton

5.2.2 Kuat Tekan Beton

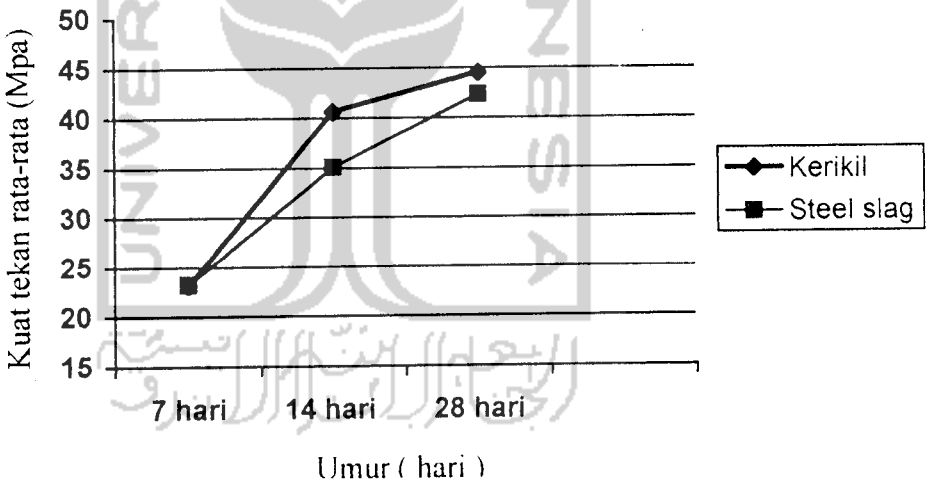
Dari hasil pengujian kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar kerikil dan beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag*, dapat kita lihat pada tabel dan grafik dibawah ini laju kenaikan kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya umur perendaman.

Tabel 5.3 Kuat desak beton yang menggunakan agregat kasar kerikil

Variasi	Kuat desak (MPa) beton umur		
	7 hari	14 hari	28 hari
Beton A1	21,50360	42,15837	45,83662
Beton A2	18,67418	42,72426	44,70485
Beton A3	24,61596	40,17778	44,13897
Beton A4	27,72833	37,34836	43,85603
Beton A5	22,06948	38,48013	44,42191
Beton A6	24,33302	43,00720	44,13897
Nilai rata-rata	23,154	40,65	44,52

Tabel 5.4 Kuat desak beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag*

Variasi	Kuat desak (MPa) beton umur		
	7 hari	14 hari	28 hari
Beton B1	22,63537	37,63130	44,13897
Beton B2	22,35243	36,49953	40,46072
Beton B3	22,06948	36,78247	42,72426
Beton B4	26,03067	33,67011	39,04601
Beton B5	24,61596	33,38717	43,57308
Beton B6	21,78654	32,53834	44,13897
Nilai rata-rata	23,25	35,085	42,35



Gambar 5.2 Grafik kuat tekan rata-rata beton

5.3 Pembahasan

Sebelum ditarik kesimpulan, perlu dilakukan terlebih dahulu pembahasan mengenai pelaksanaan dan hasil yang diperoleh dari penelitian berdasarkan teori yang melandasi pelaksanaan dan hasil yang diperoleh dari penelitian berdasarkan teori yang melandasi.

5.3.1 Berat Jenis Beton

Berat jenis beton sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahan-bahan penyusunnya, sehingga bila bahan penyusunnya memiliki berat jenis yang besar, maka beton yang dihasilkan akan memiliki berat jenis yang besar pula.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dalam penelitian ini, beton dengan agregat *steel slag* rata-rata memiliki berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal yang menggunakan agregat kerikil biasa karena material *steel slag* memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan dengan kerikil . Karena memiliki berat jenis yang lebih besar maka volume *steel slag* dalam $1m^3$ komposisi campuran beton akan menjadi lebih banyak. Hal ini dapat kita lihat pada sub bab 4.4.1 dan sub bab 4.4.2 dimana campuran beton yang menggunakan agregat kasar kerikil memiliki perbandingan Pc : Ps : Kr : Air = 1 : 1,49 : 2,21 : 0,463. Sedangkan untuk campuran beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* memiliki perbandingan Pc : Ps : *steel slag* : Air = 1 : 1,37 : 3,32 : 0,463.

Dari kedua perbandingan campuran diatas dapat kita lihat bahwa untuk membuat campuran beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* dibutuhkan volume agregat kasar (*steel slag*) yang lebih besar daripada campuran beton yang menggunakan agregat kasar kerikil. Karena volume kebutuhan agregat kasar (*steel slag*) lebih besar maka akan terjadi pengurangan volume kebutuhan agregat halus (pasir). Dengan berkurangnya volume kebutuhan pasir akan menyebabkan beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* menjadi bersifat porous karena

fungsi pasir yang merupakan pengisi pori-pori yang lebih kecil dalam campuran beton akan bekerja secara tidak sempurna. Hal ini dapat kita lihat secara visual pada waktu beton tersebut diuji kuat desaknya hingga hancur, maka pada bagian dalam beton akan banyak dijumpai rongga-rongga.

5.3.2 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan suatu beton dipengaruhi oleh komposisi dan kekuatan dari bahan – bahan penyusunnya. Semakin baik dan kuat bahan – bahan penyusunnya, maka makin tinggi pula mutu beton yang akan dihasilkan.

Dari gambar grafik dan tabel pada sub bab 5.2.2 dapat kita lihat bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* pada umur perendaman 14 hari dan 28 hari ternyata lebih rendah dari nilai kuat tekan rata-rata beton yang menggunakan agregat kasar kerikil pada umur yang sama. Rendahnya nilai rata-rata kuat desak beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* dikarenakan sifat dari batuan *steel slag* itu sendiri yang lebih cepat aus daripada kerikil. Dari hasil abrasi test di Laboratorium Jalan Raya diperoleh nilai keausan agregat dengan menggunakan mesin Los Angeles sebesar 24,06 % (lihat lampiran 142) dimana lebih tinggi dari nilai keausan kerikil sebesar 23 % (dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP UII).

Sedangkan pada umur perendaman 7 hari dapat kita lihat bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* sedikit lebih tinggi dari pada beton yang menggunakan agregat kasar kerikil. Hal ini diakibatkan dari karakteristik beton itu sendiri dimana pada umur perendaman 7 hari agak sulit untuk diprediksi kekuatan desaknya, sehingga pada umur

perendaman 7 hari kekuatan desak dari kedua jenis beton tersebut memiliki selisih yang cukup kecil (0,096 MPa). Tidak lepas dari itu juga, faktor terjadinya kesalahan pada waktu proses pembuatan campuran beton yang menggunakan agregat kasar kerikil, baik karena proses pencampuran bahan yang kurang baik maupun pemadatan yang kurang sempurna turut memberikan pengaruh turunnya mutu beton yang menggunakan agregat kasar kerikil pada umur perendaman 7 hari.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Limbah baja dapat digunakan sebagai alternatif untuk membuat campuran beton tanpa mempertimbangkan unsur-unsur kimia yang terkandung didalamnya.
2. Karena limbah baja memiliki berat jenis yang lebih besar daripada kerikil maka berat jenis beton akan menjadi semakin besar sehingga pada perencanaan konstruksi akan menambah berat sendiri beton tersebut (*Dead Load*).
3. Ditinjau dari nilai kuat desak maksimal yang terjadi pada umur perendaman 28 hari, beton yang menggunakan agregat kasar kerikil memiliki $fc'_{rata\text{-}rata}$ = 44,52 Mpa. Sedangkan untuk beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag* memiliki $fc'_{rata\text{-}rata}$ = 42,35 Mpa. Dari kedua nilai kuat desak beton tersebut dapat disimpulkan bahwa beton yang menggunakan agregat kasar kerikil memiliki kuat desak yang lebih tinggi daripada beton yang menggunakan agregat kasar *steel slag*.

6.2 Saran

1. Untuk merencanakan campuran beton dengan menggunakan agregat kasar limbah baja perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai komposisi campuran yang tepat karena limbah baja memiliki berat jenis yang lebih besar dari beton biasa.
2. Dalam pembuatan campuran beton hendaknya memperhatikan bahan-bahan yang akan dipergunakan dan harus diteliti terlebih dahulu apkah bahan – bahan tersebut masuk dalam kategori bahan-bahan campuran beton yang baik.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai sifat-sifat *steel slag* ditinjau dari kandungan unsur-unsur kimia yang terdapat didalamnya sehingga akan didapatkan solusi optimum untuk mendapatkan suatu campuran beton yang memiliki kuat desak tinggi dan ekonomis baik dari segi biaya maupun perencanaannya.
4. Perlunya penelitian lebih lanjut mengenai pemakaian bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) dalam perencanaan beton *steel slag*.

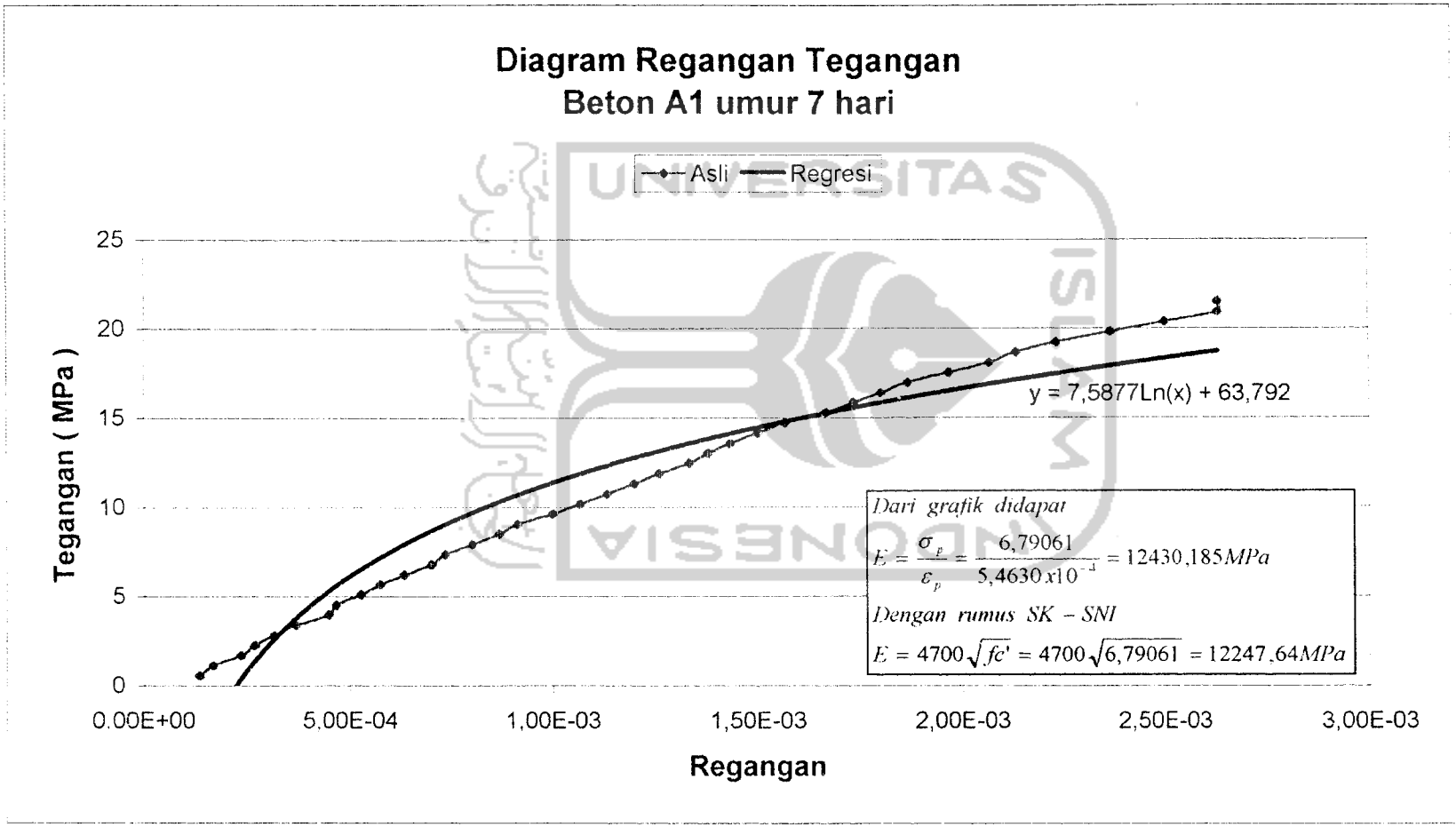
DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1995, **Pedoman Pelaksanaan Bahan Kontruksi Teknik**, Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, Yogyakarta.
2. Annual Book ASTM standard 14, **Concrete and Mineral Agregat (including mineral of agregat and concrete testing)**, America Society for Testing and Material 1982.
3. Kardiyono, 1992, **Teknologi Beton**, Jakarta
4. N Neville AM, **Properties of Concrete**, A Pitmen International Text, Third Edition
5. Newman K, 1995, **Properties of Concrete**, Reinsforced Concrete Association
6. R Segel dkk, 1993, **Pedoman Pengerjaan Beton**, Jakarta
7. LJ Murdock dkk, 1993, **Bahan dan Praktek Beton**, Erlangga
8. Nawy, 1990, **Beton Bertulang**, PT Eresco
9. Setiawan, 2000, **Penelitian Laboratorium Penggunaan Limbah Baja (*Steel Slag*) Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran *Split Mastic Asphalt* 0/10 Dengan Bahan Tambah Serat Selulosa**

Nama benda uji : **A1**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15,2 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 12,74 kg

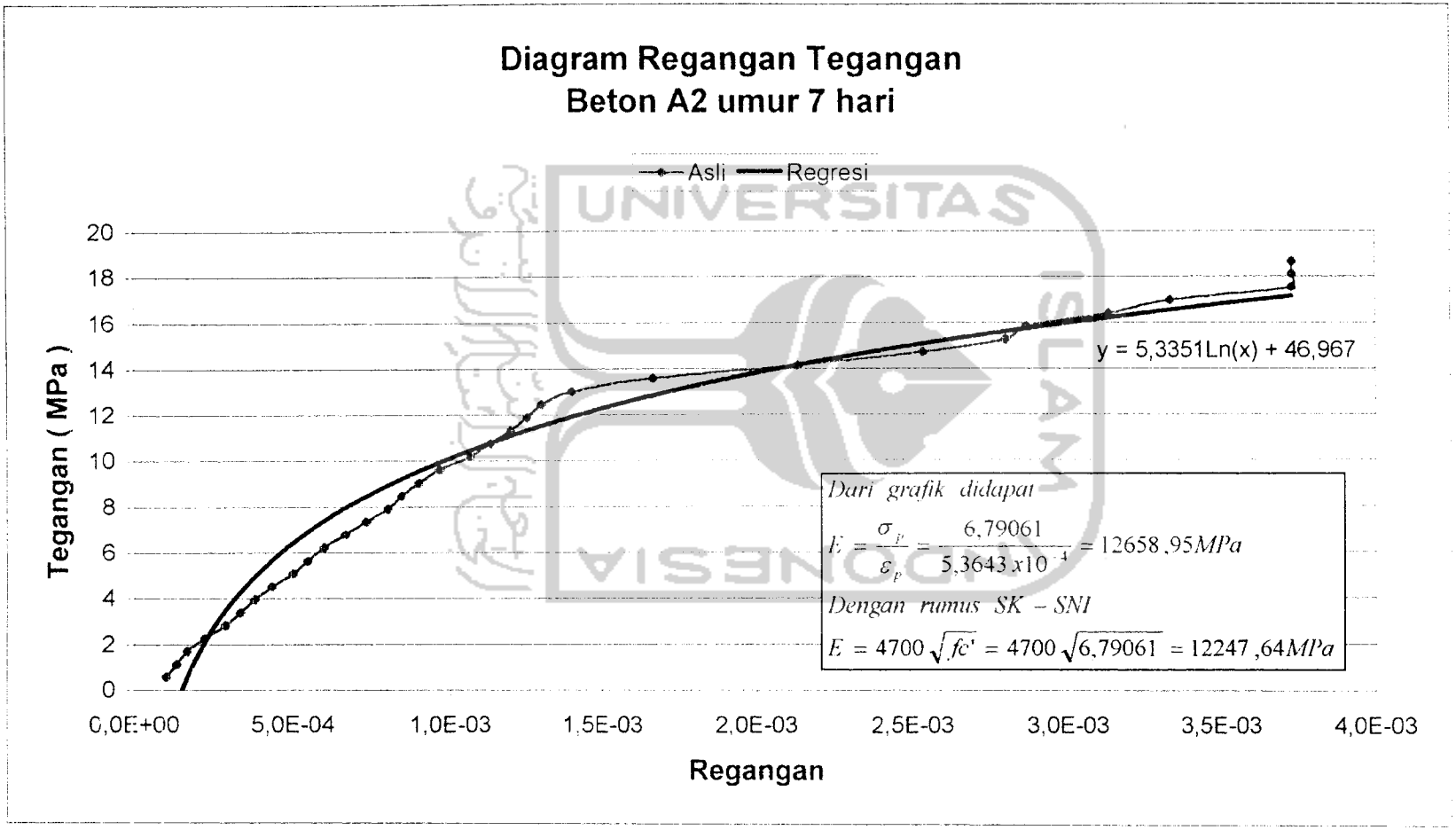
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=7,5877lnx+63,792)
10	20	0,56588	1,3333E-04	2,4052E-04
20	25	1,13177	1,6667E-04	2,5914E-04
30	35	1,69765	2,3333E-04	2,7921E-04
40	40	2,26354	2,6667E-04	3,0083E-04
50	47	2,82942	3,1333E-04	3,2412E-04
60	55	3,39531	3,6667E-04	3,4922E-04
70	67	3,96119	4,4667E-04	3,7626E-04
80	70	4,52707	4,6667E-04	4,0539E-04
90	79	5,09296	5,2667E-04	4,3678E-04
100	86	5,65884	5,7333E-04	4,7060E-04
110	95	6,22473	6,3333E-04	5,0704E-04
120	105	6,79061	7,0000E-04	5,4630E-04
130	110	7,35649	7,3333E-04	5,8860E-04
140	120	7,92238	8,0000E-04	6,3418E-04
150	130	8,48826	8,6667E-04	6,8328E-04
160	137	9,05415	9,1333E-04	7,3619E-04
170	150	9,62003	1,0000E-03	7,9319E-04
180	160	10,18592	1,0667E-03	8,5461E-04
190	170	10,75180	1,1333E-03	9,2078E-04
200	180	11,31768	1,2000E-03	9,9208E-04
210	189	11,88357	1,2600E-03	1,0689E-03
220	200	12,44945	1,3333E-03	1,1517E-03
230	207	13,01534	1,3800E-03	1,2408E-03
240	215	13,58122	1,4333E-03	1,3369E-03
250	225	14,14710	1,5000E-03	1,4404E-03
260	235	14,71299	1,5667E-03	1,5520E-03
270	250	15,27887	1,6667E-03	1,6721E-03
280	260	15,84476	1,7333E-03	1,8016E-03
290	270	16,41064	1,8000E-03	1,9411E-03
300	280	16,97653	1,8667E-03	2,0914E-03
310	295	17,54241	1,9667E-03	2,2534E-03
320	310	18,10829	2,0667E-03	2,4278E-03
330	320	18,67418	2,1333E-03	2,6158E-03
340	335	19,24006	2,2333E-03	2,8184E-03
350	355	19,80595	2,3667E-03	3,0366E-03
360	375	20,37183	2,5000E-03	3,2717E-03
370	395	20,93772	2,6333E-03	3,5250E-03
380	395	21,50360	2,6333E-03	3,7980E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton A1 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 7,5877Ln(x) + 63,792
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
0.00E+00
5.00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{6,79061}{5,4630 x 10^{-4}} = 12430,185 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{6,79061} = 12247,64 MPa$

Nama benda uji : **A2**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 14,9 cm
Tinggi beton : 29,6 cm
Berat beton : 12,3 kg

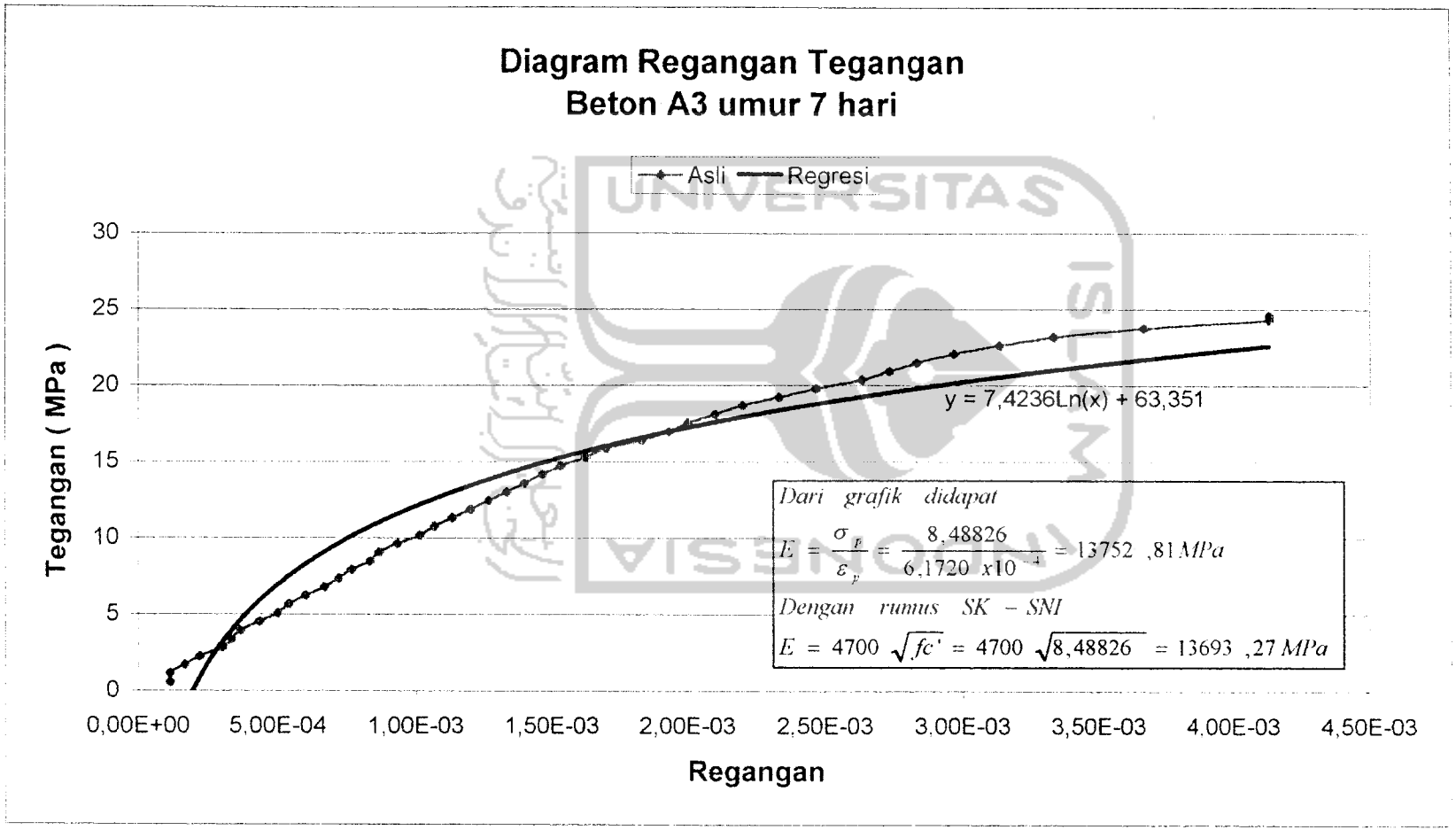
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=5,3351lnx+46,967)
10	15	0,56588	1,0000E-04	1,6703E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	1,8572E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,0650E-04
40	33	2,26354	2,2000E-04	2,2961E-04
50	43	2,82942	2,8667E-04	2,5530E-04
60	50	3,39531	3,3333E-04	2,8387E-04
70	57	3,96119	3,8000E-04	3,1564E-04
80	65	4,52707	4,3333E-04	3,5096E-04
90	75	5,09296	5,0000E-04	3,9023E-04
100	82	5,65884	5,4667E-04	4,3389E-04
110	90	6,22473	6,0000E-04	4,8244E-04
120	100	6,79061	6,6667E-04	5,3643E-04
130	110	7,35649	7,3333E-04	5,9645E-04
140	120	7,92238	8,0000E-04	6,6319E-04
150	127	8,48826	8,4667E-04	7,3740E-04
160	135	9,05415	9,0000E-04	8,1992E-04
170	145	9,62003	9,6667E-04	9,1167E-04
180	160	10,18592	1,0667E-03	1,0137E-03
190	170	10,75180	1,1333E-03	1,1271E-03
200	180	11,31768	1,2000E-03	1,2532E-03
210	188	11,88357	1,2533E-03	1,3935E-03
220	195	12,44945	1,3000E-03	1,5494E-03
230	210	13,01534	1,4000E-03	1,7228E-03
240	250	13,58122	1,6667E-03	1,9155E-03
250	320	14,14710	2,1333E-03	2,1299E-03
260	380	14,71299	2,5333E-03	2,3682E-03
270	420	15,27887	2,8000E-03	2,6332E-03
280	430	15,84476	2,8667E-03	2,9278E-03
290	470	16,41064	3,1333E-03	3,2555E-03
300	500	16,97653	3,3333E-03	3,6197E-03
310	560	17,54241	3,7333E-03	4,0248E-03
320	560	18,10829	3,7333E-03	4,4751E-03
330	560	18,67418	3,7333E-03	4,9759E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton A2 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 5,3351Ln(x) + 46,967
Tegangan (MPa)
Regangan
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
0,0E+00
5,0E-04
1,0E-03
1,5E-03
2,0E-03
2,5E-03
3,0E-03
3,5E-03
4,0E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{6,79061}{5,3643 x 10^{-4}} = 12658,95 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{6,79061} = 12247,64 MPa$

Nama benda uji : A3
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,4 cm
Berat beton : 12,63 kg

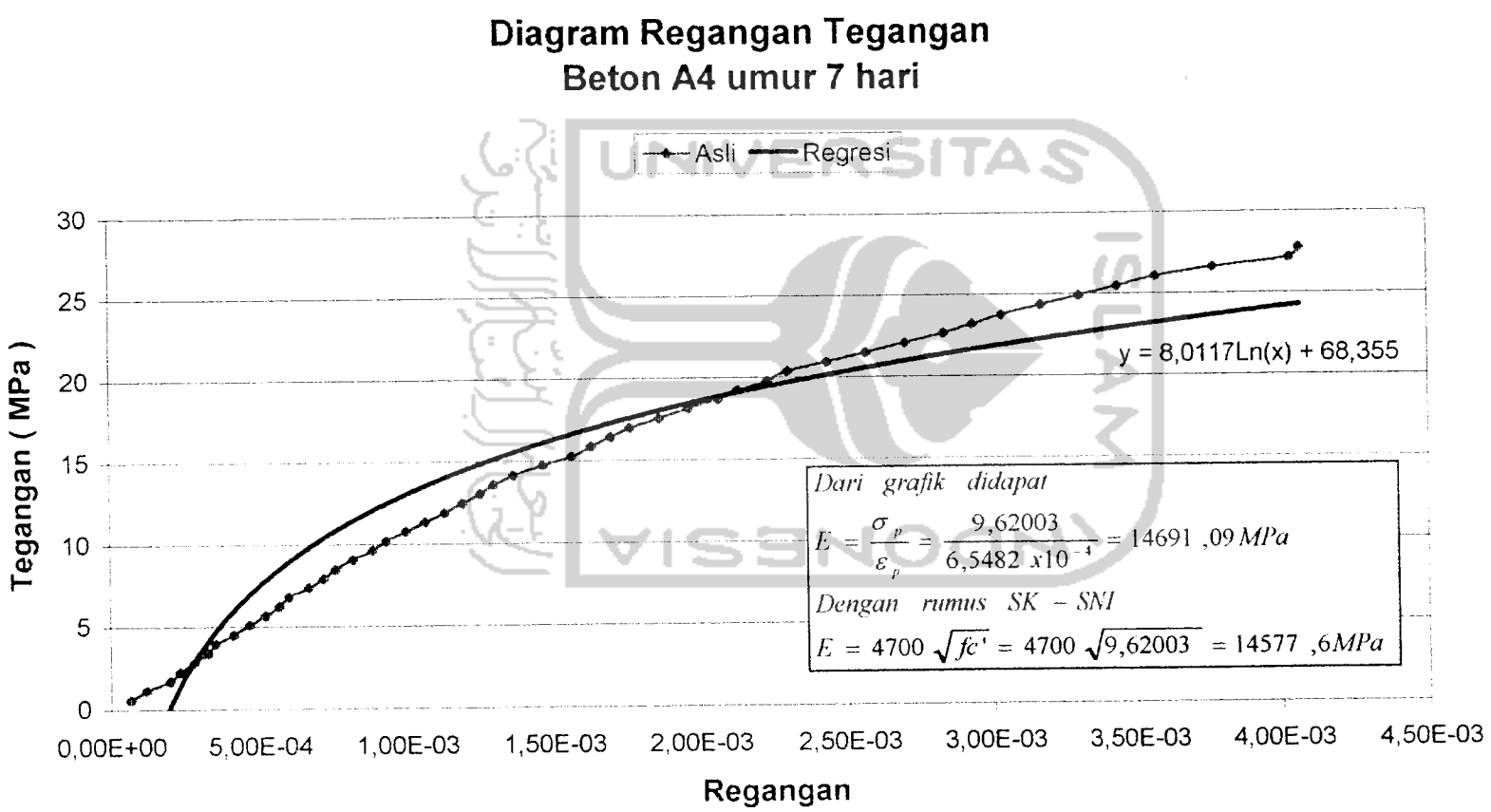
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=7,4236lnx+63,351)
10	17	0,56588	1,1333E-04	2,1230E-04
20	17	1,13177	1,1333E-04	2,2912E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,4727E-04
40	33	2,26354	2,2000E-04	2,6685E-04
50	45	2,82942	3,0000E-04	2,8799E-04
60	50	3,39531	3,3333E-04	3,1080E-04
70	55	3,96119	3,6667E-04	3,3542E-04
80	65	4,52707	4,3333E-04	3,6198E-04
90	75	5,09296	5,0000E-04	3,9066E-04
100	81	5,65884	5,4000E-04	4,2160E-04
110	90	6,22473	6,0000E-04	4,5499E-04
120	100	6,79061	6,6667E-04	4,9103E-04
130	108	7,35649	7,2000E-04	5,2993E-04
140	115	7,92238	7,6667E-04	5,7190E-04
150	125	8,48826	8,3333E-04	6,1720E-04
160	130	9,05415	8,6667E-04	6,6609E-04
170	140	9,62003	9,3333E-04	7,1885E-04
180	152	10,18592	1,0133E-03	7,7579E-04
190	160	10,75180	1,0667E-03	8,3724E-04
200	170	11,31768	1,1333E-03	9,0355E-04
210	180	11,88357	1,2000E-03	9,7512E-04
220	190	12,44945	1,2667E-03	1,0524E-03
230	200	13,01534	1,3333E-03	1,1357E-03
240	210	13,58122	1,4000E-03	1,2257E-03
250	220	14,14710	1,4667E-03	1,3228E-03
260	230	14,71299	1,5333E-03	1,4275E-03
270	244	15,27887	1,6267E-03	1,5406E-03
280	255	15,84476	1,7000E-03	1,6626E-03
290	275	16,41064	1,8333E-03	1,7943E-03
300	290	16,97653	1,9333E-03	1,9365E-03
310	300	17,54241	2,0000E-03	2,0898E-03
320	315	18,10829	2,1000E-03	2,2554E-03
330	330	18,67418	2,2000E-03	2,4340E-03
340	350	19,24006	2,3333E-03	2,6268E-03
350	370	19,80595	2,4667E-03	2,8349E-03
360	395	20,37183	2,6333E-03	3,0594E-03
370	410	20,93772	2,7333E-03	3,3017E-03
380	425	21,50360	2,8333E-03	3,5633E-03
390	445	22,06948	2,9667E-03	3,8455E-03
400	470	22,63537	3,1333E-03	4,1501E-03
410	500	23,20125	3,3333E-03	4,4788E-03
420	550	23,76714	3,6667E-03	4,8336E-03
430	620	24,33302	4,1333E-03	5,2165E-03
435	620	24,61596	4,1333E-03	5,4191E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton A3 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 7,4236Ln(x) + 63,351
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{8,48826}{6,1720\ x10^{-4}} = 13752\ ,81\ MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{8,48826} = 13693\ ,27\ MPa$

Nama benda uji : A4
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,1 cm
Berat beton : 12,51 kg

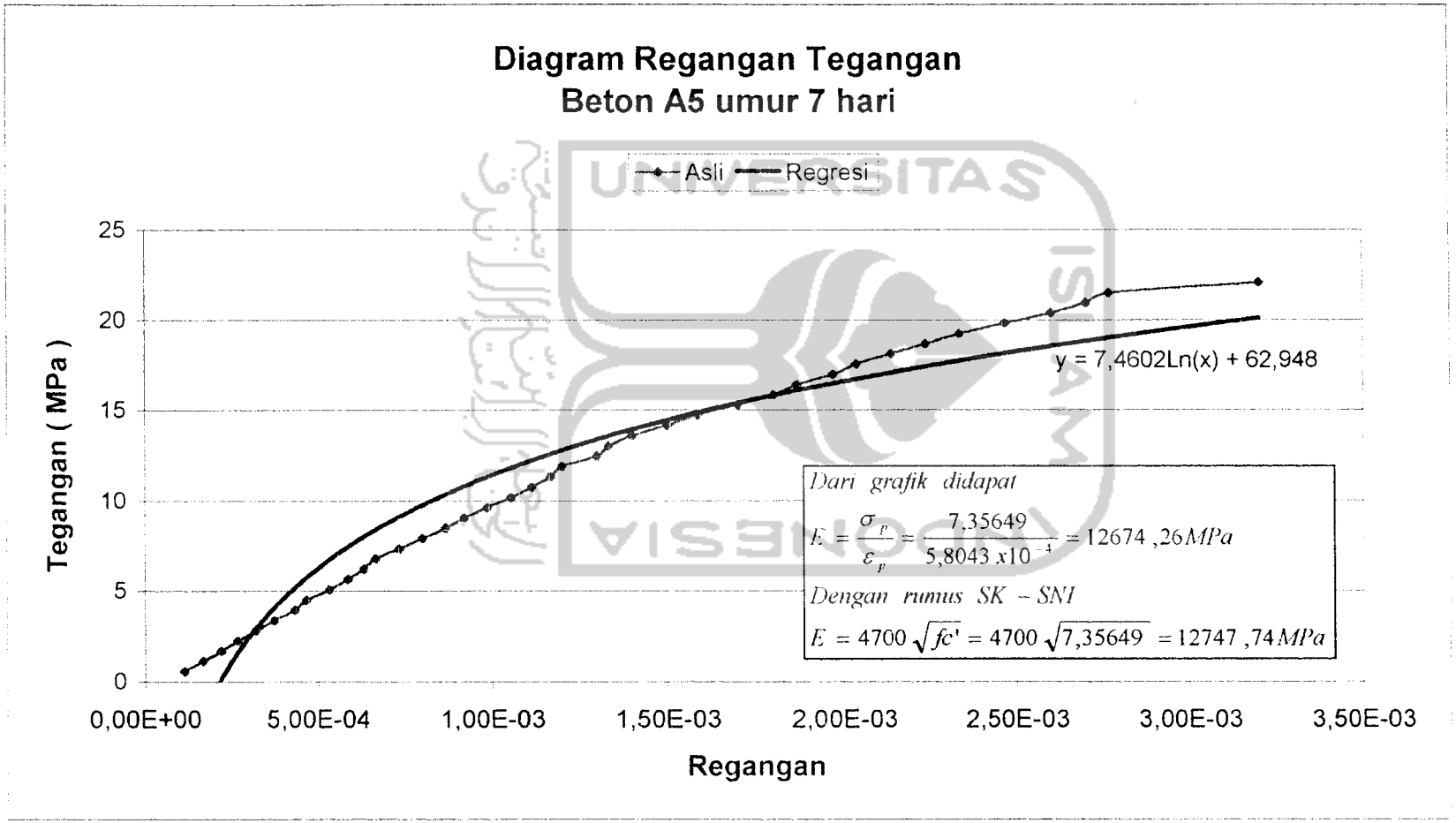
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=8,0117lnx+68,355)
10	10	0,56588	6,6667E-05	2,1150E-04
20	18	1,13177	1,2000E-04	2,2698E-04
30	30	1,69765	2,0000E-04	2,4360E-04
40	35	2,26354	2,3333E-04	2,6142E-04
50	42	2,82942	2,8000E-04	2,8056E-04
60	49	3,39531	3,2667E-04	3,0109E-04
70	53	3,96119	3,5333E-04	3,2312E-04
80	62	4,52707	4,1333E-04	3,4677E-04
90	70	5,09296	4,6667E-04	3,7215E-04
100	78	5,65884	5,2000E-04	3,9939E-04
110	85	6,22473	5,6667E-04	4,2862E-04
120	90	6,79061	6,0000E-04	4,5999E-04
130	100	7,35649	6,6667E-04	4,9365E-04
140	108	7,92238	7,2000E-04	5,2978E-04
150	114	8,48826	7,6000E-04	5,6855E-04
160	123	9,05415	8,2000E-04	6,1016E-04
170	133	9,62003	8,8667E-04	6,5482E-04
180	140	10,18592	9,3333E-04	7,0274E-04
190	150	10,75180	1,0000E-03	7,5418E-04
200	160	11,31768	1,0667E-03	8,0937E-04
210	170	11,88357	1,1333E-03	8,6861E-04
220	179	12,44945	1,1933E-03	9,3218E-04
230	188	13,01534	1,2533E-03	1,0004E-03
240	195	13,58122	1,3000E-03	1,0736E-03
250	205	14,14710	1,3667E-03	1,1522E-03
260	220	14,71299	1,4667E-03	1,2365E-03
270	235	15,27887	1,5667E-03	1,3270E-03
280	245	15,84476	1,6333E-03	1,4241E-03
290	255	16,41064	1,7000E-03	1,5284E-03
300	265	16,97653	1,7667E-03	1,6402E-03
310	280	17,54241	1,8667E-03	1,7603E-03
320	295	18,10829	1,9667E-03	1,8891E-03
330	310	18,67418	2,0667E-03	2,0273E-03
340	320	19,24006	2,1333E-03	2,1757E-03
350	335	19,80595	2,2333E-03	2,3349E-03
360	345	20,37183	2,3000E-03	2,5058E-03
370	365	20,93772	2,4333E-03	2,6892E-03
380	385	21,50360	2,5667E-03	2,8860E-03
390	405	22,06948	2,7000E-03	3,0973E-03
400	425	22,63537	2,8333E-03	3,3239E-03
410	440	23,20125	2,9333E-03	3,5672E-03
420	455	23,76714	3,0333E-03	3,8283E-03
430	475	24,33302	3,1667E-03	4,1084E-03
440	495	24,89890	3,3000E-03	4,4091E-03
450	515	25,46479	3,4333E-03	4,7318E-03
460	535	26,03067	3,5667E-03	5,0781E-03
470	565	26,59656	3,7667E-03	5,4498E-03
480	605	27,16244	4,0333E-03	5,8486E-03
490	610	27,72833	4,0667E-03	6,2767E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton A4 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 8,0117Ln(x) + 68,355
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{9,62003}{6,5482\ x10^{-4}} = 14691\ ,09\ MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{9,62003} = 14577\ ,6MPa$

Nama benda uji : **A5**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30 cm
Berat beton : 12,6 kg

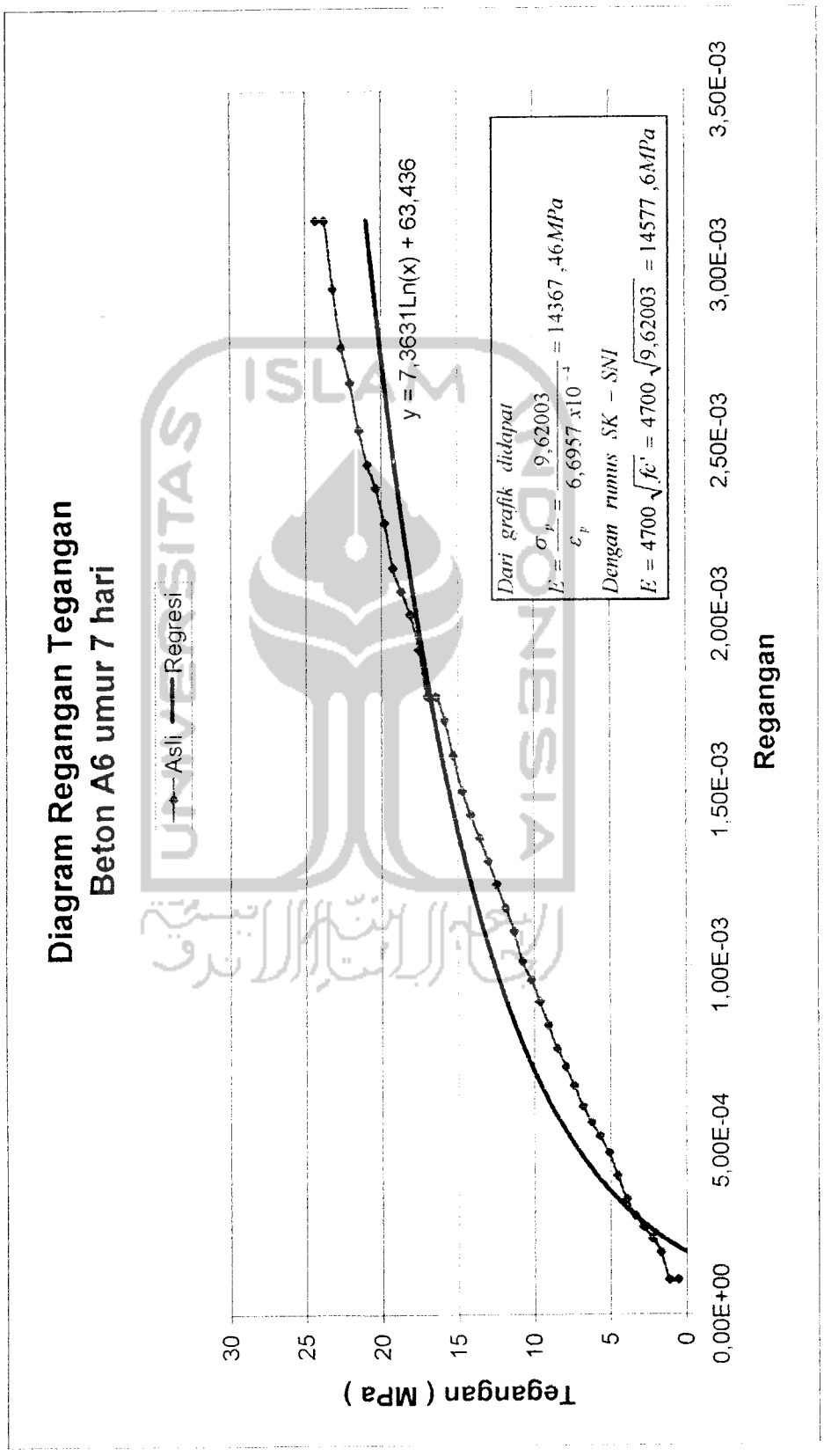
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=7,4602lnx+62,948)
10	17	0,56588	1,1333E-04	2,3358E-04
20	25	1,13177	1,6667E-04	2,5199E-04
30	33	1,69765	2,2000E-04	2,7184E-04
40	40	2,26354	2,6667E-04	2,9327E-04
50	48	2,82942	3,2000E-04	3,1638E-04
60	56	3,39531	3,7333E-04	3,4131E-04
70	65	3,96119	4,3333E-04	3,6821E-04
80	70	4,52707	4,6667E-04	3,9722E-04
90	80	5,09296	5,3333E-04	4,2853E-04
100	88	5,65884	5,8667E-04	4,6230E-04
110	95	6,22473	6,3333E-04	4,9873E-04
120	100	6,79061	6,6667E-04	5,3803E-04
130	110	7,35649	7,3333E-04	5,8043E-04
140	120	7,92238	8,0000E-04	6,2617E-04
150	130	8,48826	8,6667E-04	6,7551E-04
160	138	9,05415	9,2000E-04	7,2875E-04
170	148	9,62003	9,8667E-04	7,8618E-04
180	158	10,18592	1,0533E-03	8,4813E-04
190	167	10,75180	1,1133E-03	9,1497E-04
200	175	11,31768	1,1667E-03	9,8707E-04
210	180	11,88357	1,2000E-03	1,0649E-03
220	195	12,44945	1,3000E-03	1,1488E-03
230	200	13,01534	1,3333E-03	1,2393E-03
240	210	13,58122	1,4000E-03	1,3370E-03
250	225	14,14710	1,5000E-03	1,4423E-03
260	238	14,71299	1,5867E-03	1,5560E-03
270	255	15,27887	1,7000E-03	1,6786E-03
280	270	15,84476	1,8000E-03	1,8109E-03
290	280	16,41064	1,8667E-03	1,9536E-03
300	295	16,97653	1,9667E-03	2,1075E-03
310	305	17,54241	2,0333E-03	2,2736E-03
320	320	18,10829	2,1333E-03	2,4528E-03
330	335	18,67418	2,2333E-03	2,6461E-03
340	350	19,24006	2,3333E-03	2,8546E-03
350	370	19,80595	2,4667E-03	3,0796E-03
360	390	20,37183	2,6000E-03	3,3223E-03
370	405	20,93772	2,7000E-03	3,5841E-03
380	415	21,50360	2,7667E-03	3,8665E-03
390	480	22,06948	3,2000E-03	4,1712E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton A5 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 7,4602Ln(x) + 62,948
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{7,35649}{5,8043\ x10^{-4}} = 12674\ ,26 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{7,35649} = 12747\ ,74 MPa$

Nama benda uji : **A6**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,4 cm
Berat beton : 12,65 kg

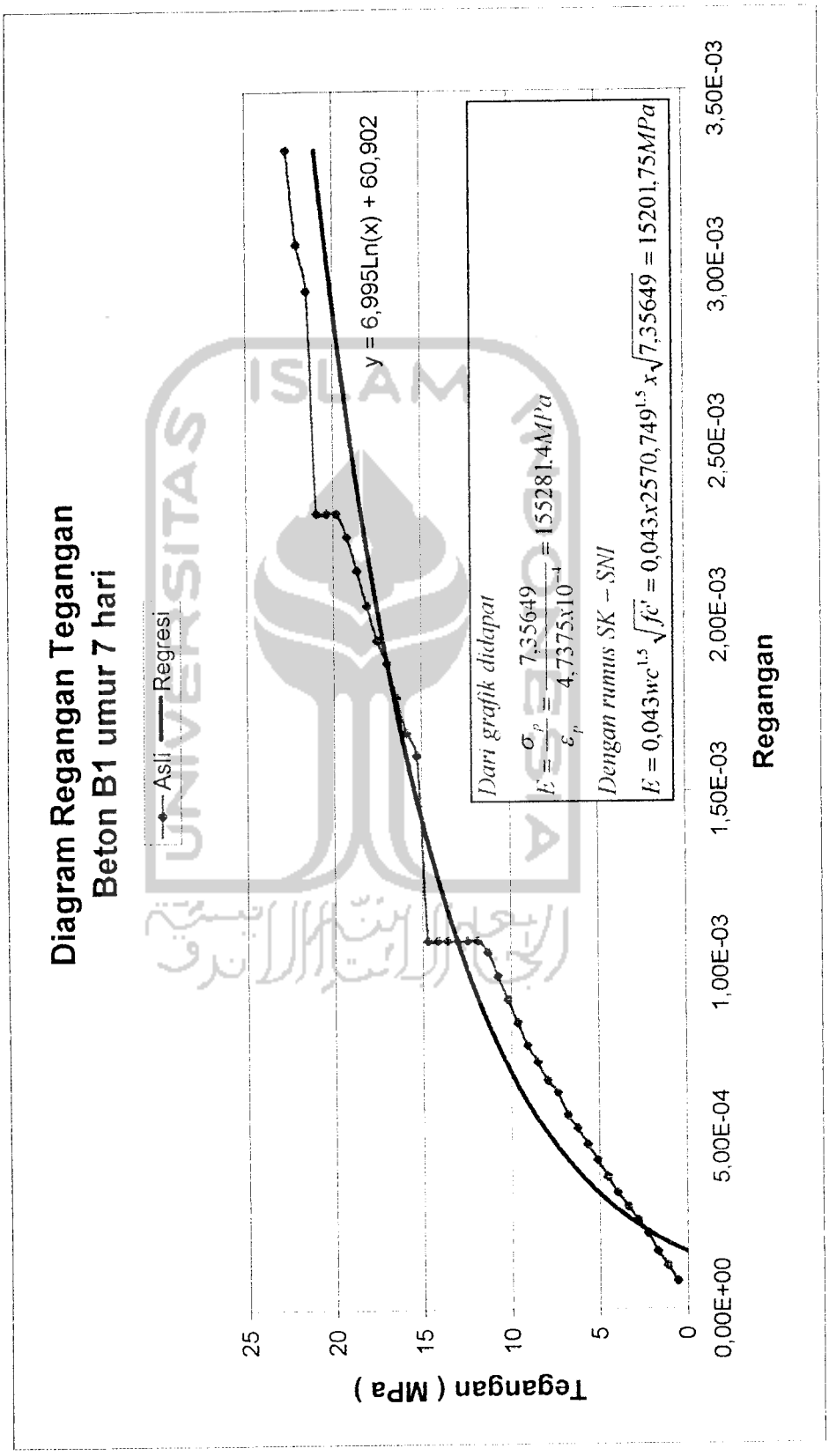
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=7,3631lnx+63,436)
10	15	0,56588	1,0000E-04	1,9578E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	2,1142E-04
30	27	1,69765	1,8000E-04	2,2830E-04
40	33	2,26354	2,2000E-04	2,4654E-04
50	38	2,82942	2,5333E-04	2,6624E-04
60	43	3,39531	2,8667E-04	2,8751E-04
70	50	3,96119	3,3333E-04	3,1047E-04
80	60	4,52707	4,0000E-04	3,3527E-04
90	70	5,09296	4,6667E-04	3,6206E-04
100	77	5,65884	5,1333E-04	3,9098E-04
110	83	6,22473	5,5333E-04	4,2221E-04
120	90	6,79061	6,0000E-04	4,5594E-04
130	99	7,35649	6,6000E-04	4,9237E-04
140	107	7,92238	7,1333E-04	5,3170E-04
150	115	8,48826	7,6667E-04	5,7417E-04
160	125	9,05415	8,3333E-04	6,2004E-04
170	135	9,62003	9,0000E-04	6,6957E-04
180	144	10,18592	9,6000E-04	7,2306E-04
190	152	10,75180	1,0133E-03	7,8082E-04
200	165	11,31768	1,1000E-03	8,4320E-04
210	175	11,88357	1,1667E-03	9,1055E-04
220	185	12,44945	1,2333E-03	9,8329E-04
230	195	13,01534	1,3000E-03	1,0618E-03
240	205	13,58122	1,3667E-03	1,1467E-03
250	215	14,14710	1,4333E-03	1,2383E-03
260	225	14,71299	1,5000E-03	1,3372E-03
270	240	15,27887	1,6000E-03	1,4440E-03
280	255	15,84476	1,7000E-03	1,5594E-03
290	265	16,41064	1,7667E-03	1,6839E-03
300	265	16,97653	1,7667E-03	1,8184E-03
310	285	17,54241	1,9000E-03	1,9637E-03
320	300	18,10829	2,0000E-03	2,1206E-03
330	310	18,67418	2,0667E-03	2,2900E-03
340	320	19,24006	2,1333E-03	2,4729E-03
350	340	19,80595	2,2667E-03	2,6705E-03
360	355	20,37183	2,3667E-03	2,8838E-03
370	365	20,93772	2,4333E-03	3,1142E-03
380	380	21,50360	2,5333E-03	3,3629E-03
390	400	22,06948	2,6667E-03	3,6316E-03
400	415	22,63537	2,7667E-03	3,9217E-03
410	440	23,20125	2,9333E-03	4,2350E-03
420	470	23,76714	3,1333E-03	4,5733E-03
430	470	24,33302	3,1333E-03	4,9386E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton A6 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 7,3631Ln(x) + 63,436
Dari grafik didapat
$f_c' = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{9,62003}{6,6957 \times 10^{-4}} = 14367,46 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{9,62003} = 14577,6 MPa$
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03

Nama benda uji : B1
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,1 cm
Berat beton : 13,85 kg

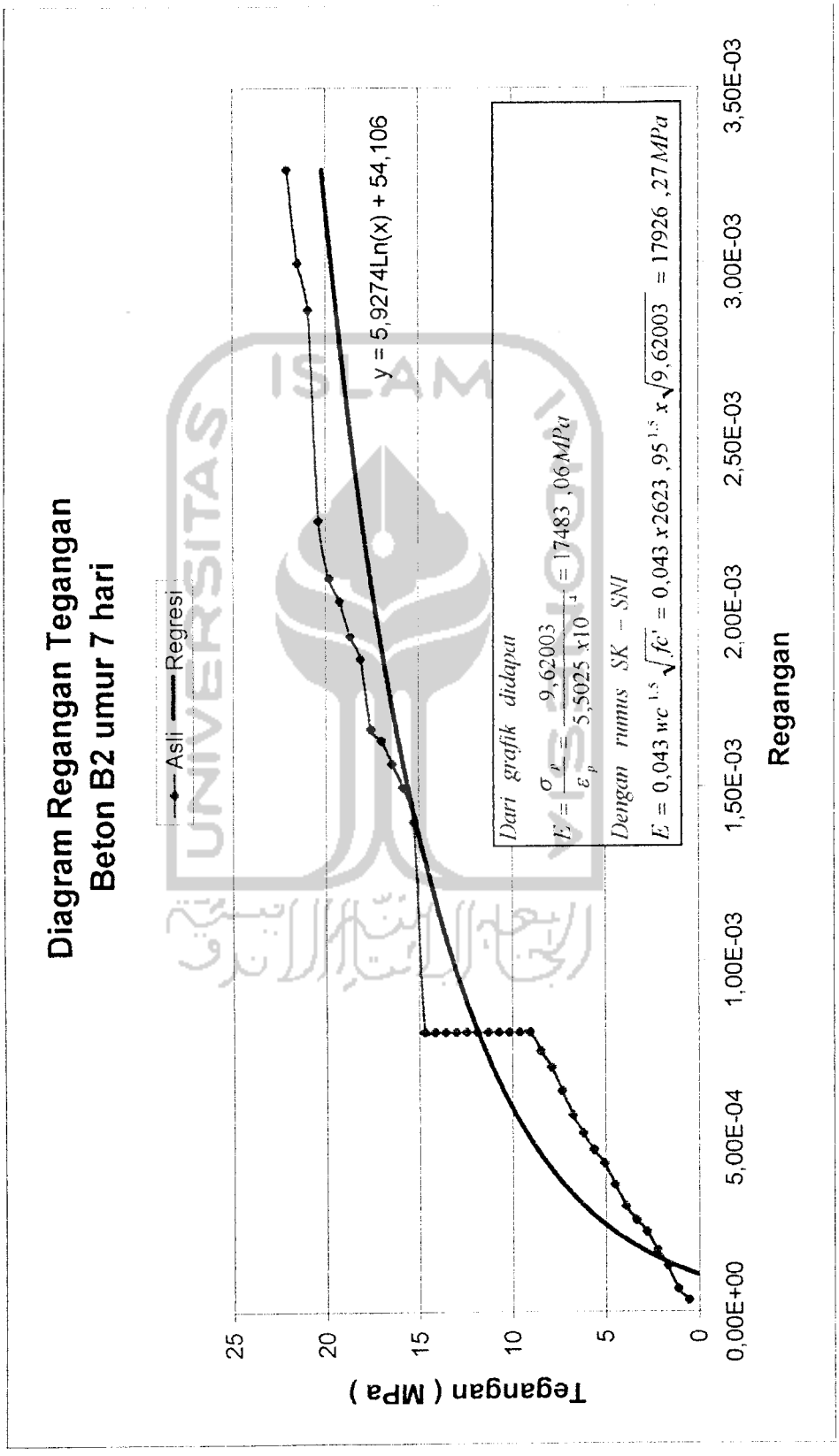
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=6,995lnx+60,902)
10	12	0,56588	8,0000E-05	1,7945E-04
20	19	1,13177	1,2667E-04	1,9457E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,1097E-04
40	33	2,26354	2,2000E-04	2,2874E-04
50	39	2,82942	2,6000E-04	2,4802E-04
60	45	3,39531	3,0000E-04	2,6892E-04
70	51	3,96119	3,4000E-04	2,9157E-04
80	58	4,52707	3,8667E-04	3,1614E-04
90	65	5,09296	4,3333E-04	3,4278E-04
100	72	5,65884	4,8000E-04	3,7166E-04
110	79	6,22473	5,2667E-04	4,0298E-04
120	85	6,79061	5,6667E-04	4,3694E-04
130	95	7,35649	6,3333E-04	4,7375E-04
140	100	7,92238	6,6667E-04	5,1367E-04
150	108	8,48826	7,2000E-04	5,5695E-04
160	115	9,05415	7,6667E-04	6,0388E-04
170	125	9,62003	8,3333E-04	6,5477E-04
180	135	10,18592	9,0000E-04	7,0994E-04
190	145	10,75180	9,6667E-04	7,6976E-04
200	155	11,31768	1,0333E-03	8,3462E-04
210	160	11,88357	1,0667E-03	9,0494E-04
220	160	12,44945	1,0667E-03	9,8119E-04
230	160	13,01534	1,0667E-03	1,0639E-03
240	160	13,58122	1,0667E-03	1,1535E-03
250	160	14,14710	1,0667E-03	1,2507E-03
260	160	14,71299	1,0667E-03	1,3561E-03
270	240	15,27887	1,6000E-03	1,4704E-03
280	250	15,84476	1,6667E-03	1,5943E-03
290	265	16,41064	1,7667E-03	1,7286E-03
300	280	16,97653	1,8667E-03	1,8742E-03
310	290	17,54241	1,9333E-03	2,0322E-03
320	305	18,10829	2,0333E-03	2,2034E-03
330	320	18,67418	2,1333E-03	2,3891E-03
340	335	19,24006	2,2333E-03	2,5904E-03
350	345	19,80595	2,3000E-03	2,8086E-03
360	345	20,37183	2,3000E-03	3,0453E-03
370	345	20,93772	2,3000E-03	3,3019E-03
380	440	21,50360	2,9333E-03	3,5801E-03
390	460	22,06948	3,0667E-03	3,8818E-03
400	500	22,63537	3,3333E-03	4,2088E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton B1 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 6,995Ln(x) + 60,902
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{7,35649}{4,7375x10^{-4}} = 15528 1.4MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043x2570,749^{1,5}x\sqrt{7,35649} = 15201,75MPa$
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03

Nama benda uji : **B2**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,1 cm
Berat beton : 13,95 kg

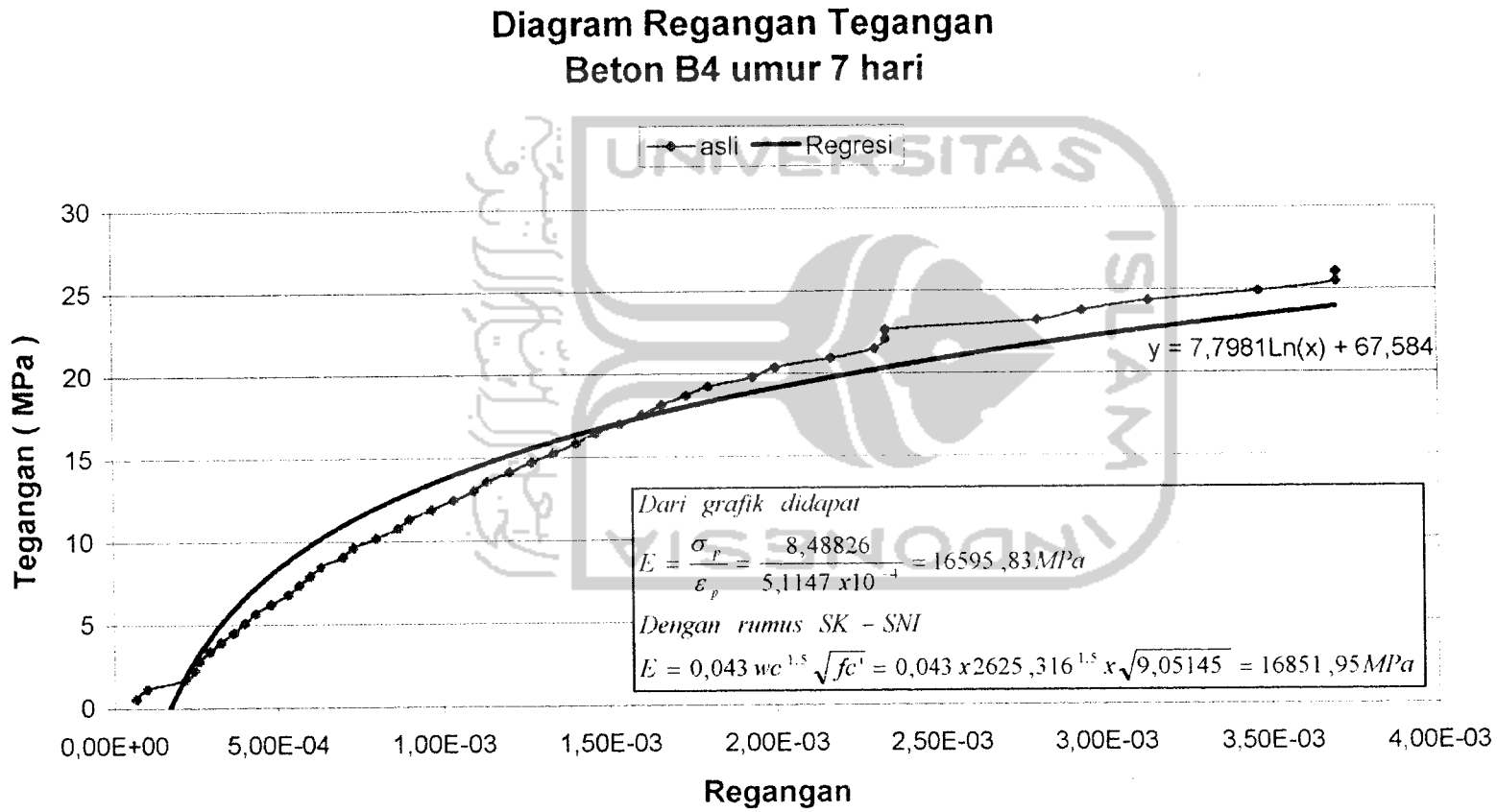
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=5,9274lnx+54,106)
10	5	0,56588	3,3333E-05	1,1945E-04
20	10	1,13177	6,6667E-05	1,3141E-04
30	20	1,69765	1,3333E-04	1,4458E-04
40	27	2,26354	1,8000E-04	1,5906E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	1,7499E-04
60	40	3,39531	2,6667E-04	1,9252E-04
70	46	3,96119	3,0667E-04	2,1181E-04
80	55	4,52707	3,6667E-04	2,3303E-04
90	64	5,09296	4,2667E-04	2,5637E-04
100	70	5,65884	4,6667E-04	2,8205E-04
110	77	6,22473	5,1333E-04	3,1030E-04
120	85	6,79061	5,6667E-04	3,4139E-04
130	95	7,35649	6,3333E-04	3,7559E-04
140	105	7,92238	7,0000E-04	4,1321E-04
150	112	8,48826	7,4667E-04	4,5461E-04
160	120	9,05415	8,0000E-04	5,0015E-04
170	120	9,62003	8,0000E-04	5,5025E-04
180	120	10,18592	8,0000E-04	6,0537E-04
190	120	10,75180	8,0000E-04	6,6601E-04
200	120	11,31768	8,0000E-04	7,3273E-04
210	120	11,88357	8,0000E-04	8,0613E-04
220	120	12,44945	8,0000E-04	8,8689E-04
230	120	13,01534	8,0000E-04	9,7573E-04
240	120	13,58122	8,0000E-04	1,0735E-03
250	120	14,14710	8,0000E-04	1,1810E-03
260	120	14,71299	8,0000E-04	1,2993E-03
270	210	15,27887	1,4000E-03	1,4295E-03
280	225	15,84476	1,5000E-03	1,5727E-03
290	235	16,41064	1,5667E-03	1,7302E-03
300	245	16,97653	1,6333E-03	1,9035E-03
310	250	17,54241	1,6667E-03	2,0942E-03
320	280	18,10829	1,8667E-03	2,3040E-03
330	290	18,67418	1,9333E-03	2,5348E-03
340	305	19,24006	2,0333E-03	2,7887E-03
350	315	19,80595	2,1000E-03	3,0681E-03
360	340	20,37183	2,2667E-03	3,3755E-03
370	430	20,93772	2,8667E-03	3,7136E-03
380	450	21,50360	3,0000E-03	4,0856E-03
390	490	22,06948	3,2667E-03	4,4949E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton B2 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 5,9274Ln(x) + 54,106
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{9,62003}{5,5025 \times 10^{-4}} = 17483,06 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\ wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043 \times 2623,95^{1,5} \times \sqrt{9,62003} = 17926,27 MPa$
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03

Nama benda uji : **B4**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,3 cm
Berat beton : 14,05 kg

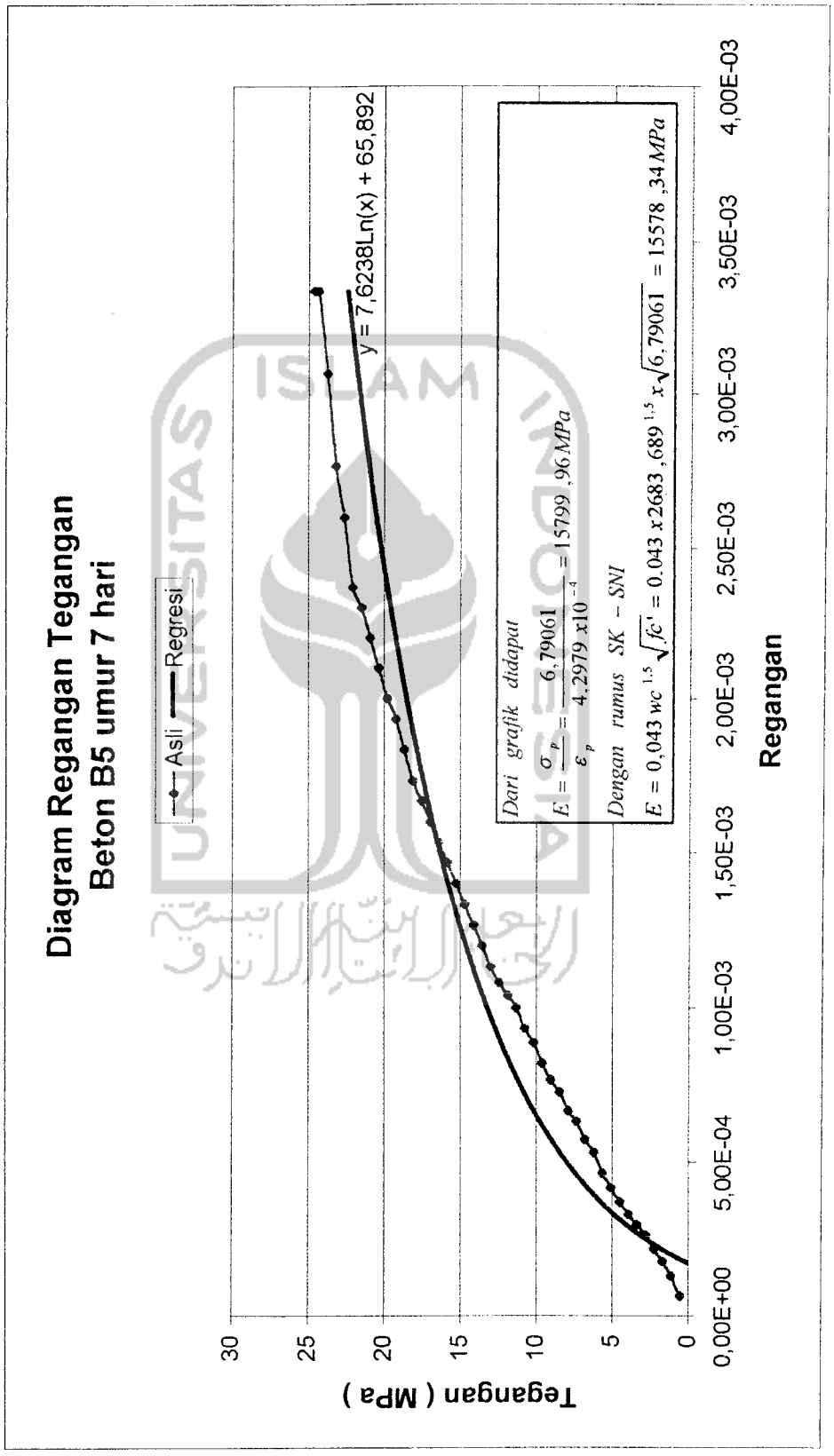
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=7,7981lnx+67,584)
10	10	0,56588	6,6667E-05	1,8518E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	1,9912E-04
30	33	1,69765	2,2000E-04	2,1411E-04
40	37	2,26354	2,4667E-04	2,3022E-04
50	39	2,82942	2,6000E-04	2,4755E-04
60	44	3,39531	2,9333E-04	2,6618E-04
70	49	3,96119	3,2667E-04	2,8622E-04
80	55	4,52707	3,6667E-04	3,0776E-04
90	60	5,09296	4,0000E-04	3,3092E-04
100	65	5,65884	4,3333E-04	3,5583E-04
110	72	6,22473	4,8000E-04	3,8261E-04
120	80	6,79061	5,3333E-04	4,1141E-04
130	85	7,35649	5,6667E-04	4,4237E-04
140	90	7,92238	6,0000E-04	4,7567E-04
150	95	8,48826	6,3333E-04	5,1147E-04
160	105	9,05415	7,0000E-04	5,4997E-04
170	110	9,62003	7,3333E-04	5,9136E-04
180	120	10,18592	8,0000E-04	6,3587E-04
190	130	10,75180	8,6667E-04	6,8372E-04
200	135	11,31768	9,0000E-04	7,3519E-04
210	145	11,88357	9,6667E-04	7,9052E-04
220	155	12,44945	1,0333E-03	8,5002E-04
230	164	13,01534	1,0933E-03	9,1399E-04
240	170	13,58122	1,1333E-03	9,8279E-04
250	180	14,14710	1,2000E-03	1,0568E-03
260	190	14,71299	1,2667E-03	1,1363E-03
270	200	15,27887	1,3333E-03	1,2218E-03
280	210	15,84476	1,4000E-03	1,3138E-03
290	219	16,41064	1,4600E-03	1,4127E-03
300	230	16,97653	1,5333E-03	1,5190E-03
310	240	17,54241	1,6000E-03	1,6333E-03
320	249	18,10829	1,6600E-03	1,7562E-03
330	260	18,67418	1,7333E-03	1,8884E-03
340	270	19,24006	1,8000E-03	2,0305E-03
350	290	19,80595	1,9333E-03	2,1834E-03
360	300	20,37183	2,0000E-03	2,3477E-03
370	325	20,93772	2,1667E-03	2,5244E-03
380	345	21,50360	2,3000E-03	2,7144E-03
390	350	22,06948	2,3333E-03	2,9187E-03
400	350	22,63537	2,3333E-03	3,1384E-03
410	420	23,20125	2,8000E-03	3,3746E-03
420	440	23,76714	2,9333E-03	3,6286E-03
430	470	24,33302	3,1333E-03	3,9017E-03
440	520	24,89890	3,4667E-03	4,1953E-03
450	555	25,46479	3,7000E-03	4,5111E-03
460	555	26,03067	3,7000E-03	4,8506E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton B4 umur 7 hari
asli
Regresi
y = 7,7981Ln(x) + 67,584
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_r}{\varepsilon_p} = \frac{8,48826}{5,1147\ x10^{-4}} = 16595,83 MPa$
Dengan rumus SK - SNI
$E = 0,043\ wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043\ x2625,316^{1,5}\ x\sqrt{9,05145} = 16851,95 MPa$

Nama benda uji : B5
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 14,315 kg

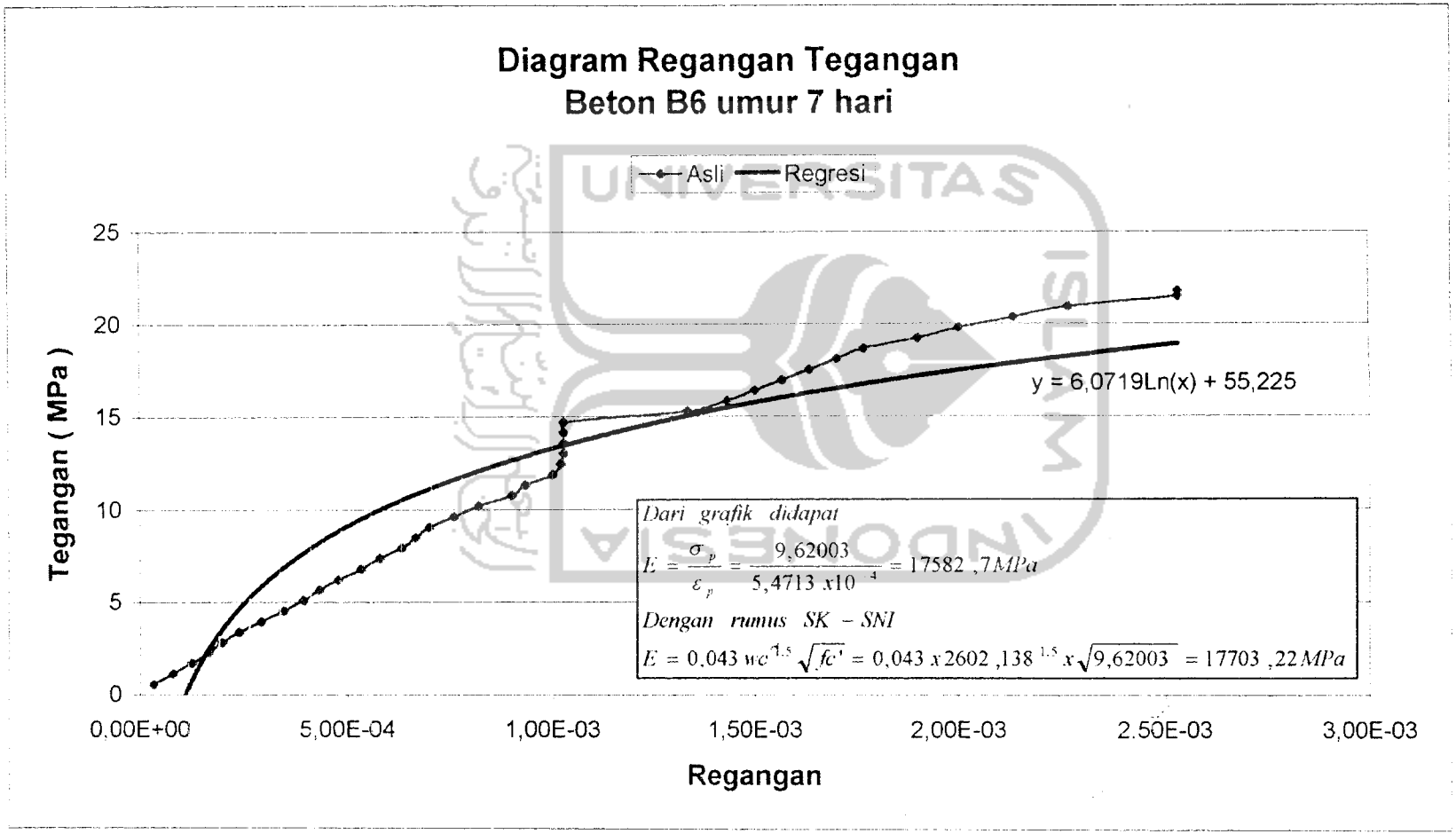
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=7,6238lnx+65,892)
10	10	0,56588	6,6667E-05	1,8996E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,0459E-04
30	27	1,69765	1,8000E-04	2,2036E-04
40	33	2,26354	2,2000E-04	2,3734E-04
50	40	2,82942	2,6667E-04	2,5562E-04
60	45	3,39531	3,0000E-04	2,7532E-04
70	50	3,96119	3,3333E-04	2,9653E-04
80	56	4,52707	3,7333E-04	3,1938E-04
90	63	5,09296	4,2000E-04	3,4399E-04
100	70	5,65884	4,6667E-04	3,7049E-04
110	80	6,22473	5,3333E-04	3,9904E-04
120	86	6,79061	5,7333E-04	4,2979E-04
130	95	7,35649	6,3333E-04	4,6290E-04
140	100	7,92238	6,6667E-04	4,9857E-04
150	109	8,48826	7,2667E-04	5,3698E-04
160	115	9,05415	7,6667E-04	5,7836E-04
170	123	9,62003	8,2000E-04	6,2292E-04
180	133	10,18592	8,8667E-04	6,7092E-04
190	140	10,75180	9,3333E-04	7,2261E-04
200	150	11,31768	1,0000E-03	7,7829E-04
210	156	11,88357	1,0400E-03	8,3826E-04
220	162	12,44945	1,0800E-03	9,0284E-04
230	170	13,01534	1,1333E-03	9,7241E-04
240	180	13,58122	1,2000E-03	1,0473E-03
250	190	14,14710	1,2667E-03	1,1280E-03
260	200	14,71299	1,3333E-03	1,2149E-03
270	210	15,27887	1,4000E-03	1,3086E-03
280	220	15,84476	1,4667E-03	1,4094E-03
290	230	16,41064	1,5333E-03	1,5180E-03
300	240	16,97653	1,6000E-03	1,6349E-03
310	250	17,54241	1,6667E-03	1,7609E-03
320	260	18,10829	1,7333E-03	1,8966E-03
330	275	18,67418	1,8333E-03	2,0427E-03
340	290	19,24006	1,9333E-03	2,2001E-03
350	300	19,80595	2,0000E-03	2,3696E-03
360	315	20,37183	2,1000E-03	2,5522E-03
370	330	20,93772	2,2000E-03	2,7489E-03
380	345	21,50360	2,3000E-03	2,9607E-03
390	355	22,06948	2,3667E-03	3,1888E-03
400	390	22,63537	2,6000E-03	3,4345E-03
410	415	23,20125	2,7667E-03	3,6991E-03
420	460	23,76714	3,0667E-03	3,9841E-03
430	500	24,33302	3,3333E-03	4,2911E-03
435	500	24,61596	3,3333E-03	4,4533E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton B5 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 7,6238Ln(x) + 65,892
Dari grafik didapat
$E_1 = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{6,79061}{4,2979\ x10^{-4}} = 15799\ ,96 MPa$
Dengan rumus SK - SNI
$E = 0,043\ wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0.043\ x2683\ ,689^{1,5}\ x\sqrt{6,79061} = 15578\ ,34 MPa$
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03

Nama benda uji : B6
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 13,88 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=6,0719lnx+55,225)
10	5	0,56588	3,3333E-05	1,2317E-04
20	12	1,13177	8,0000E-05	1,3520E-04
30	19	1,69765	1,2667E-04	1,4840E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	1,6290E-04
50	30	2,82942	2,0000E-04	1,7881E-04
60	36	3,39531	2,4000E-04	1,9628E-04
70	44	3,96119	2,9333E-04	2,1545E-04
80	52	4,52707	3,4667E-04	2,3649E-04
90	59	5,09296	3,9333E-04	2,5959E-04
100	65	5,65884	4,3333E-04	2,8495E-04
110	72	6,22473	4,8000E-04	3,1278E-04
120	80	6,79061	5,3333E-04	3,4333E-04
130	87	7,35649	5,8000E-04	3,7687E-04
140	95	7,92238	6,3333E-04	4,1368E-04
150	100	8,48826	6,6667E-04	4,5409E-04
160	105	9,05415	7,0000E-04	4,9844E-04
170	114	9,62003	7,6000E-04	5,4713E-04
180	123	10,18592	8,2000E-04	6,0057E-04
190	135	10,75180	9,0000E-04	6,5924E-04
200	140	11,31768	9,3333E-04	7,2363E-04
210	150	11,88357	1,0000E-03	7,9431E-04
220	153	12,44945	1,0200E-03	8,7190E-04
230	154	13,01534	1,0267E-03	9,5706E-04
240	154	13,58122	1,0267E-03	1,0505E-03
250	154	14,14710	1,0267E-03	1,1532E-03
260	154	14,71299	1,0267E-03	1,2658E-03
270	200	15,27887	1,3333E-03	1,3894E-03
280	215	15,84476	1,4333E-03	1,5252E-03
290	225	16,41064	1,5000E-03	1,6741E-03
300	235	16,97653	1,5667E-03	1,8377E-03
310	245	17,54241	1,6333E-03	2,0172E-03
320	255	18,10829	1,7000E-03	2,2142E-03
330	265	18,67418	1,7667E-03	2,4305E-03
340	285	19,24006	1,9000E-03	2,6679E-03
350	300	19,80595	2,0000E-03	2,9285E-03
360	320	20,37183	2,1333E-03	3,2145E-03
370	340	20,93772	2,2667E-03	3,5285E-03
380	380	21,50360	2,5333E-03	3,8732E-03
385	380	21,78654	2,5333E-03	4,0579E-03

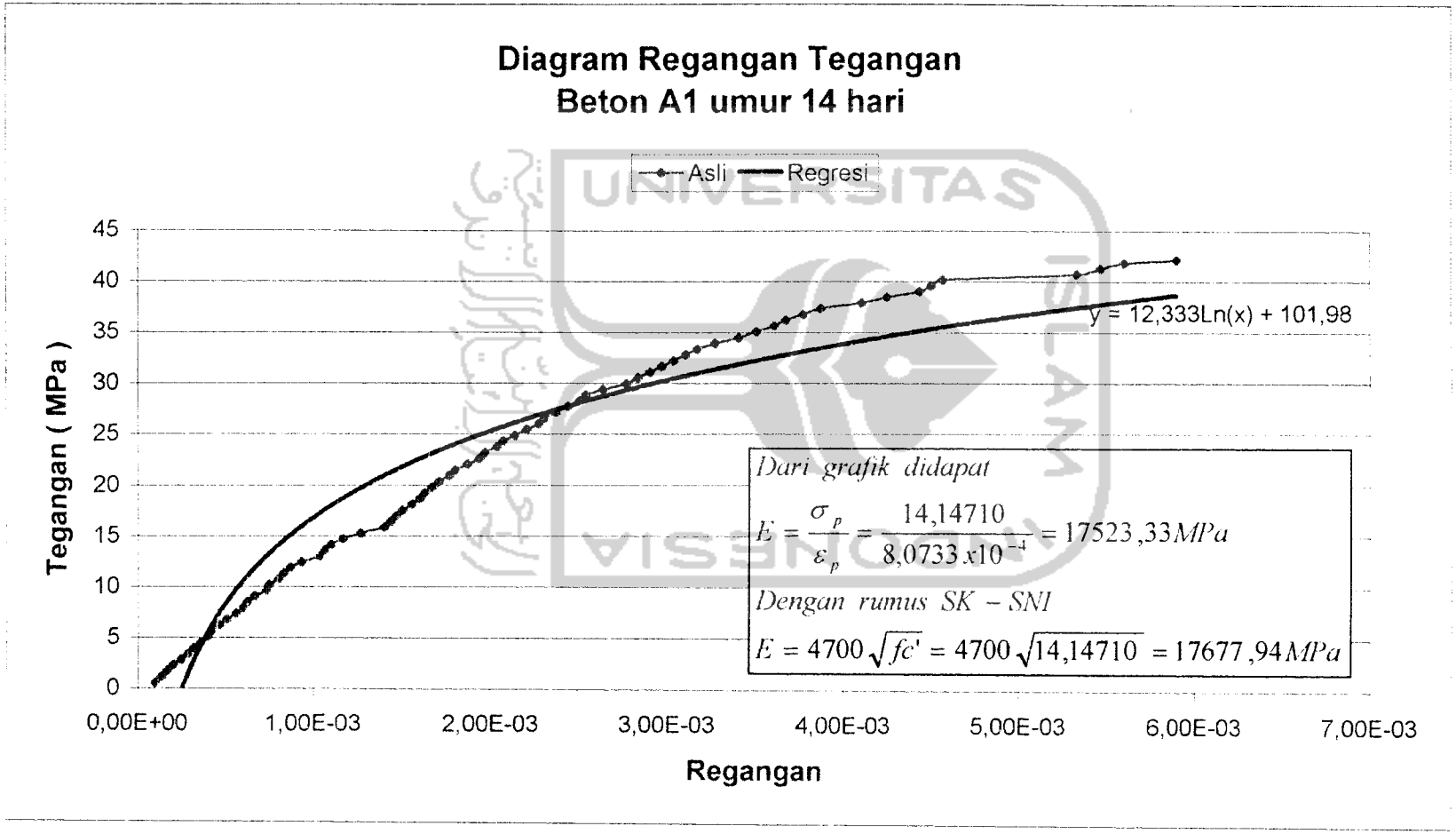

Diagram Regangan Tegangan
Beton B6 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 6,0719Ln(x) + 55,225
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{9,62003}{5,4713\ x10^{-4}} = 17582,7 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\ wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043\ x2602,138^{1,5}\ x\sqrt{9,62003} = 17703,22 MPa$

Nama benda uji : **A1**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 14,9 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 12,94 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,333lnx+101,98)
10	15	0,56588	1,0000E-04	2,6841E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,8101E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,9421E-04
40	30	2,26354	2,0000E-04	3,0802E-04
50	37	2,82942	2,4667E-04	3,2249E-04
60	43	3,39531	2,8667E-04	3,3763E-04
70	48	3,96119	3,2000E-04	3,5348E-04
80	54	4,52707	3,6000E-04	3,7008E-04
90	60	5,09296	4,0000E-04	3,8745E-04
100	63	5,65884	4,2000E-04	4,0564E-04
110	70	6,22473	4,6667E-04	4,2469E-04
120	76	6,79061	5,0667E-04	4,4463E-04
130	84	7,35649	5,6000E-04	4,6551E-04
140	90	7,92238	6,0000E-04	4,8736E-04
150	94	8,48826	6,2667E-04	5,1025E-04
160	100	9,05415	6,6667E-04	5,3420E-04
170	110	9,62003	7,3333E-04	5,5929E-04
180	112	10,18592	7,4667E-04	5,8555E-04
190	120	10,75180	8,0000E-04	6,1304E-04
200	125	11,31768	8,3333E-04	6,4182E-04
210	130	11,88357	8,6667E-04	6,7196E-04
220	140	12,44945	9,3333E-04	7,0351E-04
230	155	13,01534	1,0333E-03	7,3654E-04
240	160	13,58122	1,0667E-03	7,7112E-04
250	165	14,14710	1,1000E-03	8,0733E-04
260	175	14,71299	1,1667E-03	8,4524E-04
270	190	15,27887	1,2667E-03	8,8492E-04
280	210	15,84476	1,4000E-03	9,2647E-04
290	215	16,41064	1,4333E-03	9,6997E-04
300	220	16,97653	1,4667E-03	1,0155E-03
310	225	17,54241	1,5000E-03	1,0632E-03
320	233	18,10829	1,5533E-03	1,1131E-03
330	240	18,67418	1,6000E-03	1,1654E-03
340	244	19,24006	1,6267E-03	1,2201E-03
350	250	19,80595	1,6667E-03	1,2774E-03
360	256	20,37183	1,7067E-03	1,3374E-03
370	265	20,93772	1,7667E-03	1,4002E-03
380	270	21,50360	1,8000E-03	1,4659E-03
390	280	22,06948	1,8667E-03	1,5347E-03
400	290	22,63537	1,9333E-03	1,6068E-03
410	295	23,20125	1,9667E-03	1,6822E-03
420	305	23,76714	2,0333E-03	1,7612E-03
430	310	24,33302	2,0667E-03	1,8439E-03
440	320	24,89890	2,1333E-03	1,9305E-03
450	330	25,46479	2,2000E-03	2,0211E-03
460	340	26,03067	2,2667E-03	2,1160E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,333lnx+101,98)
470	345	26,59656	2,3000E-03	2,2154E-03
480	355	27,16244	2,3667E-03	2,3194E-03
490	365	27,72833	2,4333E-03	2,4283E-03
500	375	28,29421	2,5000E-03	2,5423E-03
510	380	28,86009	2,5333E-03	2,6617E-03
520	395	29,42598	2,6333E-03	2,7866E-03
530	415	29,99186	2,7667E-03	2,9175E-03
540	425	30,55775	2,8333E-03	3,0545E-03
550	435	31,12363	2,9000E-03	3,1979E-03
560	445	31,68952	2,9667E-03	3,3480E-03
570	455	32,25540	3,0333E-03	3,5052E-03
580	465	32,82128	3,1000E-03	3,6698E-03
590	475	33,38717	3,1667E-03	3,8421E-03
600	490	33,95305	3,2667E-03	4,0225E-03
610	510	34,51894	3,4000E-03	4,2114E-03
620	525	35,08482	3,5000E-03	4,4091E-03
630	540	35,65070	3,6000E-03	4,6161E-03
640	550	36,21659	3,6667E-03	4,8329E-03
650	565	36,78247	3,7667E-03	5,0598E-03
660	580	37,34836	3,8667E-03	5,2974E-03
670	615	37,91424	4,1000E-03	5,5461E-03
680	637	38,48013	4,2467E-03	5,8065E-03
690	665	39,04601	4,4333E-03	6,0791E-03
700	675	39,61189	4,5000E-03	6,3646E-03
710	685	40,17778	4,5667E-03	6,6634E-03
720	800	40,74366	5,3333E-03	6,9763E-03
730	820	41,30955	5,4667E-03	7,3038E-03
740	840	41,87543	5,6000E-03	7,6467E-03
745	885	42,15837	5,9000E-03	7,8242E-03

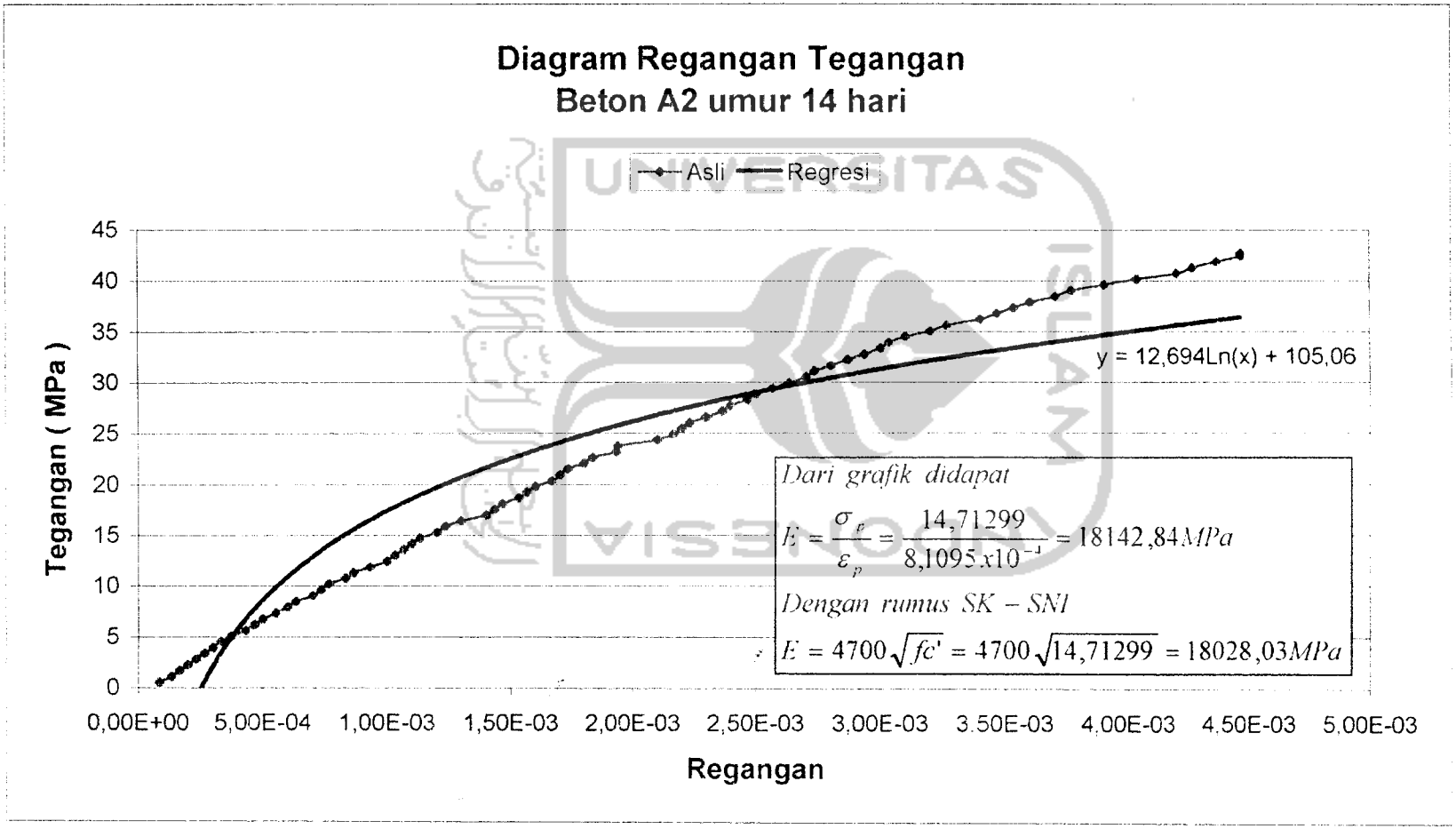

Diagram Regangan Tegangan
Beton A1 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 12,333Ln(x) + 101,98
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03
7,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{14,14710}{8,0733 x 10^{-4}} = 17523,33 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{14,14710} = 17677,94 MPa$

Nama benda uji : **A2**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,3 cm
Berat beton : 13 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,694lnx+105,06)
10	13	0,56588	8,6667E-05	2,6606E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,7819E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,9088E-04
40	30	2,26354	2,0000E-04	3,0414E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	3,1800E-04
60	40	3,39531	2,6667E-04	3,3250E-04
70	45	3,96119	3,0000E-04	3,4766E-04
80	50	4,52707	3,3333E-04	3,6350E-04
90	56	5,09296	3,7333E-04	3,8008E-04
100	65	5,65884	4,3333E-04	3,9740E-04
110	70	6,22473	4,6667E-04	4,1552E-04
120	75	6,79061	5,0000E-04	4,3446E-04
130	83	7,35649	5,5333E-04	4,5427E-04
140	90	7,92238	6,0000E-04	4,7498E-04
150	95	8,48826	6,3333E-04	4,9663E-04
160	105	9,05415	7,0000E-04	5,1927E-04
170	110	9,62003	7,3333E-04	5,4294E-04
180	115	10,18592	7,6667E-04	5,6769E-04
190	125	10,75180	8,3333E-04	5,9357E-04
200	130	11,31768	8,6667E-04	6,2063E-04
210	140	11,88357	9,3333E-04	6,4892E-04
220	150	12,44945	1,0000E-03	6,7851E-04
230	155	13,01534	1,0333E-03	7,0944E-04
240	160	13,58122	1,0667E-03	7,4178E-04
250	165	14,14710	1,1000E-03	7,7560E-04
260	170	14,71299	1,1333E-03	8,1095E-04
270	180	15,27887	1,2000E-03	8,4792E-04
280	185	15,84476	1,2333E-03	8,8658E-04
290	195	16,41064	1,3000E-03	9,2699E-04
300	210	16,97653	1,4000E-03	9,6925E-04
310	215	17,54241	1,4333E-03	1,0134E-03
320	220	18,10829	1,4667E-03	1,0596E-03
330	230	18,67418	1,5333E-03	1,1079E-03
340	235	19,24006	1,5667E-03	1,1585E-03
350	240	19,80595	1,6000E-03	1,2113E-03
360	250	20,37183	1,6667E-03	1,2665E-03
370	255	20,93772	1,7000E-03	1,3242E-03
380	260	21,50360	1,7333E-03	1,3846E-03
390	270	22,06948	1,8000E-03	1,4477E-03
400	275	22,63537	1,8333E-03	1,5137E-03
410	290	23,20125	1,9333E-03	1,5827E-03
420	291	23,76714	1,9400E-03	1,6549E-03
430	315	24,33302	2,1000E-03	1,7303E-03
440	325	24,89890	2,1667E-03	1,8092E-03
450	330	25,46479	2,2000E-03	1,8917E-03
460	335	26,03067	2,2333E-03	1,9779E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,694lnx+105,06)
470	345	26,59656	2,3000E-03	2,0681E-03
480	355	27,16244	2,3667E-03	2,1623E-03
490	360	27,72833	2,4000E-03	2,2609E-03
500	370	28,29421	2,4667E-03	2,3640E-03
510	375	28,86009	2,5000E-03	2,4718E-03
520	385	29,42598	2,5667E-03	2,5844E-03
530	395	29,99186	2,6333E-03	2,7022E-03
540	405	30,55775	2,7000E-03	2,8254E-03
550	410	31,12363	2,7333E-03	2,9542E-03
560	420	31,68952	2,8000E-03	3,0889E-03
570	430	32,25540	2,8667E-03	3,2297E-03
580	440	32,82128	2,9333E-03	3,3770E-03
590	450	33,38717	3,0000E-03	3,5309E-03
600	455	33,95305	3,0333E-03	3,6919E-03
610	465	34,51894	3,1000E-03	3,8602E-03
620	480	35,08482	3,2000E-03	4,0362E-03
630	490	35,65070	3,2667E-03	4,2202E-03
640	510	36,21659	3,4000E-03	4,4125E-03
650	520	36,78247	3,4667E-03	4,6137E-03
660	530	37,34836	3,5333E-03	4,8240E-03
670	540	37,91424	3,6000E-03	5,0439E-03
680	555	38,48013	3,7000E-03	5,2739E-03
690	565	39,04601	3,7667E-03	5,5143E-03
700	585	39,61189	3,9000E-03	5,7657E-03
710	605	40,17778	4,0333E-03	6,0285E-03
720	630	40,74366	4,2000E-03	6,3034E-03
730	640	41,30955	4,2667E-03	6,5907E-03
740	655	41,87543	4,3667E-03	6,8912E-03
750	670	42,44131	4,4667E-03	7,2053E-03
755	670	42,72426	4,4667E-03	7,3677E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton A2 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 12,694Ln(x) + 105,06
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
5,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{14,71299}{8,1095x10^{-4}} = 18142,84MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{14,71299} = 18028,03MPa$

Nama benda uji : **A3**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,1 cm
Berat beton : 13,04 kg

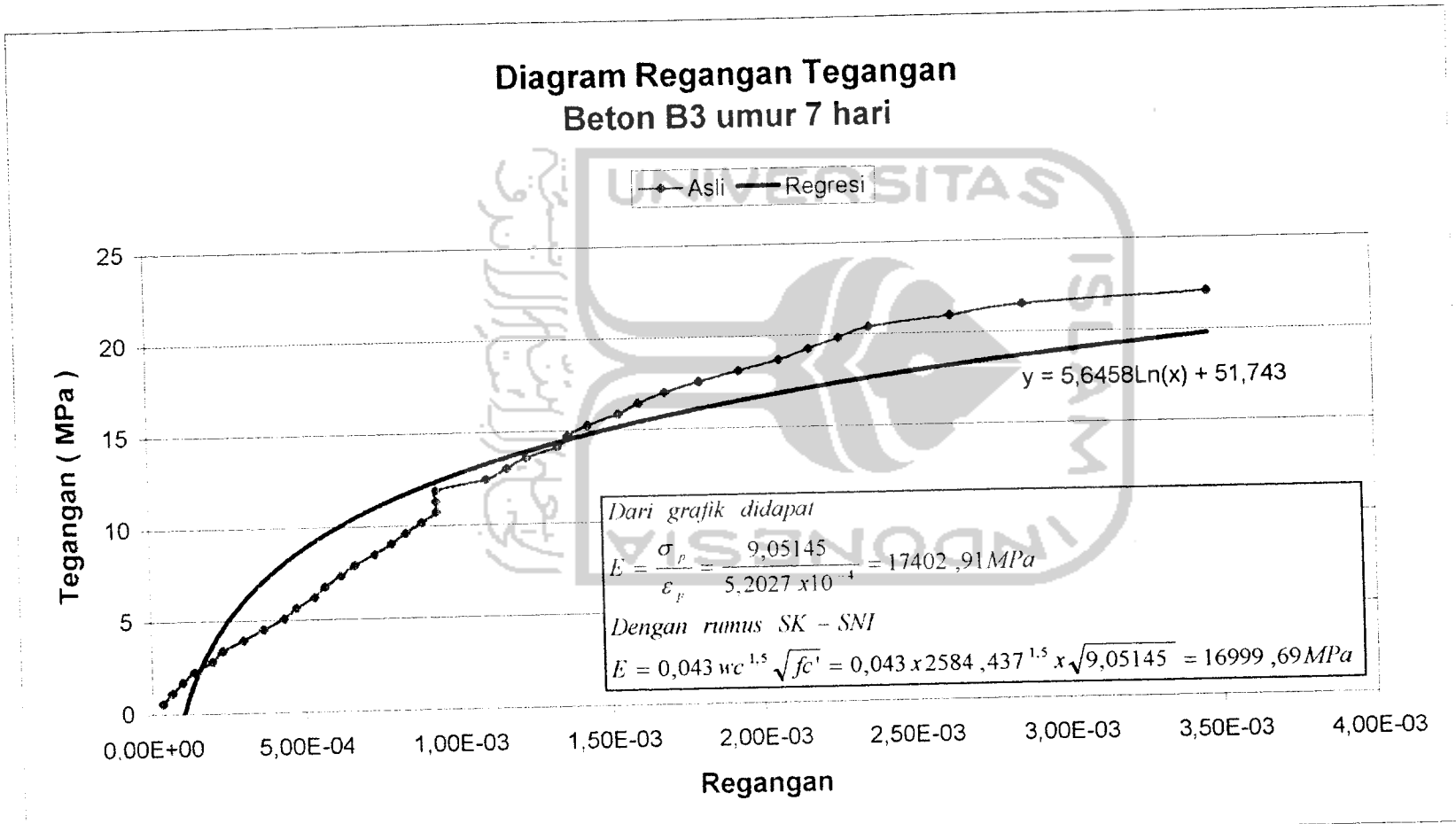
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,993lnx+93,37)
10	10	0,56588	6,6667E-05	2,1559E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	2,2698E-04
30	20	1,69765	1,3333E-04	2,3897E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	2,5160E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	2,6489E-04
60	37	3,39531	2,4667E-04	2,7888E-04
70	40	3,96119	2,6667E-04	2,9361E-04
80	49	4,52707	3,2667E-04	3,0912E-04
90	53	5,09296	3,5333E-04	3,2545E-04
100	59	5,65884	3,9333E-04	3,4264E-04
110	65	6,22473	4,3333E-04	3,6074E-04
120	70	6,79061	4,6667E-04	3,7980E-04
130	75	7,35649	5,0000E-04	3,9986E-04
140	85	7,92238	5,6667E-04	4,2099E-04
150	90	8,48826	6,0000E-04	4,4322E-04
160	95	9,05415	6,3333E-04	4,6664E-04
170	110	9,62003	7,3333E-04	4,9129E-04
180	115	10,18592	7,6667E-04	5,1724E-04
190	120	10,75180	8,0000E-04	5,4456E-04
200	129	11,31768	8,6000E-04	5,7333E-04
210	135	11,88357	9,0000E-04	6,0361E-04
220	140	12,44945	9,3333E-04	6,3550E-04
230	145	13,01534	9,6667E-04	6,6907E-04
240	150	13,58122	1,0000E-03	7,0441E-04
250	155	14,14710	1,0333E-03	7,4162E-04
260	160	14,71299	1,0667E-03	7,8080E-04
270	166	15,27887	1,1067E-03	8,2205E-04
280	175	15,84476	1,1667E-03	8,6547E-04
290	185	16,41064	1,2333E-03	9,1119E-04
300	195	16,97653	1,3000E-03	9,5932E-04
310	205	17,54241	1,3667E-03	1,0100E-03
320	210	18,10829	1,4000E-03	1,0634E-03
330	215	18,67418	1,4333E-03	1,1195E-03
340	220	19,24006	1,4667E-03	1,1787E-03
350	225	19,80595	1,5000E-03	1,2409E-03
360	235	20,37183	1,5667E-03	1,3065E-03
370	240	20,93772	1,6000E-03	1,3755E-03
380	245	21,50360	1,6333E-03	1,4481E-03
390	255	22,06948	1,7000E-03	1,5246E-03
400	260	22,63537	1,7333E-03	1,6052E-03
410	270	23,20125	1,8000E-03	1,6900E-03
420	275	23,76714	1,8333E-03	1,7793E-03
430	280	24,33302	1,8667E-03	1,8732E-03
440	290	24,89890	1,9333E-03	1,9722E-03
450	295	25,46479	1,9667E-03	2,0764E-03
460	310	26,03067	2,0667E-03	2,1861E-03

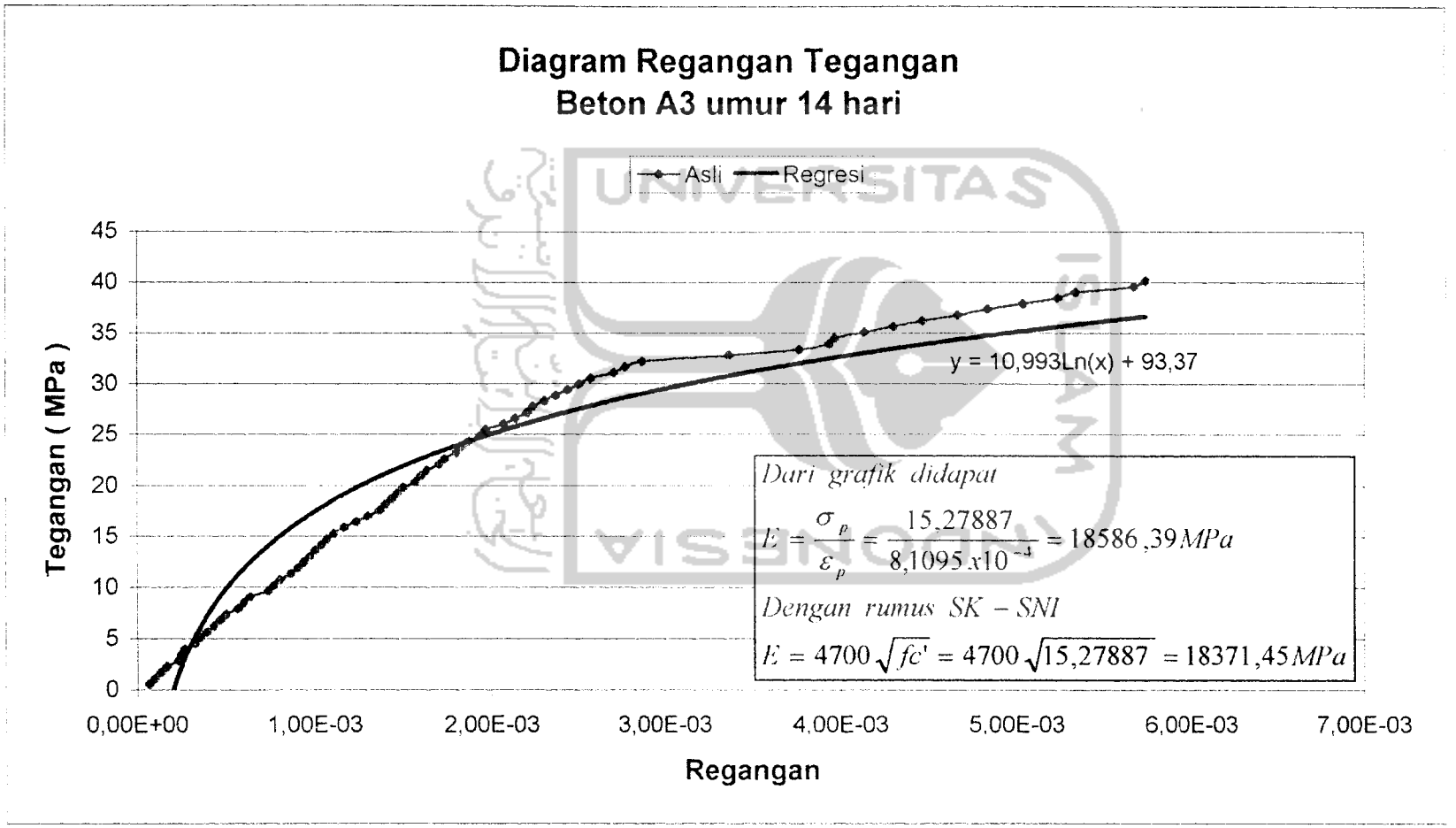
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,993lnx+93,37)
470	320	26,59656	2,1333E-03	2,3015E-03
480	330	27,16244	2,2000E-03	2,4231E-03
490	335	27,72833	2,2333E-03	2,5511E-03
500	345	28,29421	2,3000E-03	2,6859E-03
510	355	28,86009	2,3667E-03	2,8278E-03
520	365	29,42598	2,4333E-03	2,9771E-03
530	375	29,99186	2,5000E-03	3,1344E-03
540	385	30,55775	2,5667E-03	3,3000E-03
550	405	31,12363	2,7000E-03	3,4743E-03
560	415	31,68952	2,7667E-03	3,6578E-03
570	430	32,25540	2,8667E-03	3,8510E-03
580	505	32,82128	3,3667E-03	4,0545E-03
590	565	33,38717	3,7667E-03	4,2687E-03
600	590	33,95305	3,9333E-03	4,4941E-03
610	595	34,51894	3,9667E-03	4,7315E-03
620	620	35,08482	4,1333E-03	4,9815E-03
630	645	35,65070	4,3000E-03	5,2446E-03
640	670	36,21659	4,4667E-03	5,5217E-03
650	700	36,78247	4,6667E-03	5,8134E-03
660	725	37,34836	4,8333E-03	6,1205E-03
670	755	37,91424	5,0333E-03	6,4438E-03
680	785	38,48013	5,2333E-03	6,7842E-03
690	800	39,04601	5,3333E-03	7,1425E-03
700	850	39,61189	5,6667E-03	7,5198E-03
710	860	40,17778	5,7333E-03	7,9171E-03

Nama benda uji : **B3**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 7 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 13,97 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=5,6458lnx+51,743)
10	5	0,56588	3,3333E-05	1,1569E-04
20	10	1,13177	6,6667E-05	1,2788E-04
30	15	1,69765	1,0000E-04	1,4136E-04
40	21	2,26354	1,4000E-04	1,5627E-04
50	30	2,82942	2,0000E-04	1,7274E-04
60	35	3,39531	2,3333E-04	1,9095E-04
70	45	3,96119	3,0000E-04	2,1109E-04
80	55	4,52707	3,6667E-04	2,3334E-04
90	65	5,09296	4,3333E-04	2,5794E-04
100	71	5,65884	4,7333E-04	2,8513E-04
110	80	6,22473	5,3333E-04	3,1519E-04
120	85	6,79061	5,6667E-04	3,4842E-04
130	93	7,35649	6,2000E-04	3,8516E-04
140	100	7,92238	6,6667E-04	4,2576E-04
150	110	8,48826	7,3333E-04	4,7065E-04
160	118	9,05415	7,8667E-04	5,2027E-04
170	125	9,62003	8,3333E-04	5,7512E-04
180	133	10,18592	8,8667E-04	6,3575E-04
190	140	10,75180	9,3333E-04	7,0277E-04
200	140	11,31768	9,3333E-04	7,7686E-04
210	140	11,88357	9,3333E-04	8,5877E-04
220	165	12,44945	1,1000E-03	9,4930E-04
230	175	13,01534	1,1667E-03	1,0494E-03
240	185	13,58122	1,2333E-03	1,1600E-03
250	200	14,14710	1,3333E-03	1,2823E-03
260	205	14,71299	1,3667E-03	1,4175E-03
270	215	15,27887	1,4333E-03	1,5669E-03
280	230	15,84476	1,5333E-03	1,7321E-03
290	240	16,41064	1,6000E-03	1,9148E-03
300	253	16,97653	1,6867E-03	2,1166E-03
310	270	17,54241	1,8000E-03	2,3398E-03
320	290	18,10829	1,9333E-03	2,5864E-03
330	310	18,67418	2,0667E-03	2,8591E-03
340	325	19,24006	2,1667E-03	3,1605E-03
350	340	19,80595	2,2667E-03	3,4937E-03
360	355	20,37183	2,3667E-03	3,8621E-03
370	395	20,93772	2,6333E-03	4,2692E-03
380	430	21,50360	2,8667E-03	4,7193E-03
390	520	22,06948	3,4667E-03	5,2169E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton B3 umur 7 hari
Asli
Regresi
y = 5,6458Ln(x) + 51,743
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{9,05145}{5,2027\ x10^{-4}} = 17402,91 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\ wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043\ x2584,437^{1,5}\ x\sqrt{9,05145} = 16999,69 MPa$

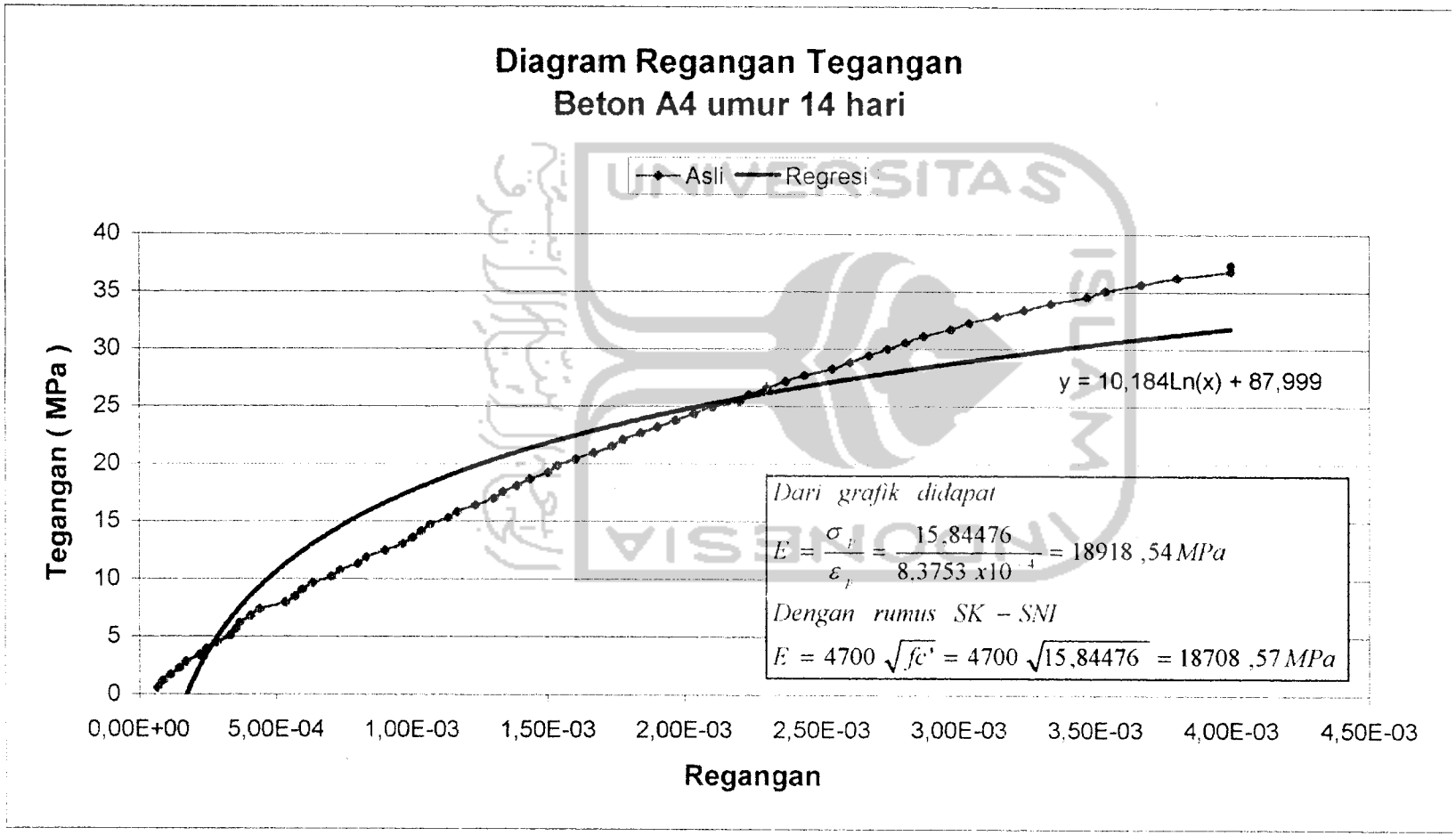

Diagram Regangan Tegangan
Beton A3 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 10,993Ln(x) + 93,37
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03
7,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{15,27887}{8,1095 x 10^{-4}} = 18586,39 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{15,27887} = 18371,45 MPa$

Nama benda uji : A4
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 12,72 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,184lnx+87,999)
10	10	0,56588	6,6667E-05	1,8682E-04
20	13	1,13177	8,6667E-05	1,9750E-04
30	17	1,69765	1,1333E-04	2,0878E-04
40	22	2,26354	1,4667E-04	2,2071E-04
50	26	2,82942	1,7333E-04	2,3333E-04
60	33	3,39531	2,2000E-04	2,4666E-04
70	37	3,96119	2,4667E-04	2,6075E-04
80	43	4,52707	2,8667E-04	2,7565E-04
90	50	5,09296	3,3333E-04	2,9140E-04
100	53	5,65884	3,5333E-04	3,0805E-04
110	55	6,22473	3,6667E-04	3,2565E-04
120	61	6,79061	4,0667E-04	3,4426E-04
130	66	7,35649	4,4000E-04	3,6393E-04
140	80	7,92238	5,3333E-04	3,8472E-04
150	85	8,48826	5,6667E-04	4,0671E-04
160	89	9,05415	5,9333E-04	4,2995E-04
170	95	9,62003	6,3333E-04	4,5451E-04
180	105	10,18592	7,0000E-04	4,8048E-04
190	110	10,75180	7,3333E-04	5,0794E-04
200	120	11,31768	8,0000E-04	5,3696E-04
210	125	11,88357	8,3333E-04	5,6764E-04
220	135	12,44945	9,0000E-04	6,0008E-04
230	145	13,01534	9,6667E-04	6,3436E-04
240	150	13,58122	1,0000E-03	6,7061E-04
250	155	14,14710	1,0333E-03	7,0893E-04
260	160	14,71299	1,0667E-03	7,4943E-04
270	170	15,27887	1,1333E-03	7,9226E-04
280	175	15,84476	1,1667E-03	8,3753E-04
290	185	16,41064	1,2333E-03	8,8538E-04
300	195	16,97653	1,3000E-03	9,3597E-04
310	200	17,54241	1,3333E-03	9,8945E-04
320	208	18,10829	1,3867E-03	1,0460E-03
330	215	18,67418	1,4333E-03	1,1058E-03
340	225	19,24006	1,5000E-03	1,1689E-03
350	230	19,80595	1,5333E-03	1,2357E-03
360	240	20,37183	1,6000E-03	1,3063E-03
370	250	20,93772	1,6667E-03	1,3810E-03
380	260	21,50360	1,7333E-03	1,4599E-03
390	266	22,06948	1,7733E-03	1,5433E-03
400	276	22,63537	1,8400E-03	1,6315E-03
410	285	23,20125	1,9000E-03	1,7247E-03
420	295	23,76714	1,9667E-03	1,8232E-03
430	305	24,33302	2,0333E-03	1,9274E-03
440	315	24,89890	2,1000E-03	2,0376E-03
450	330	25,46479	2,2000E-03	2,1540E-03
460	335	26,03067	2,2333E-03	2,2771E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,184lnx+87,999)
470	345	26,59656	2,3000E-03	2,4072E-03
480	355	27,16244	2,3667E-03	2,5447E-03
490	365	27,72833	2,4333E-03	2,6901E-03
500	380	28,29421	2,5333E-03	2,8438E-03
510	390	28,86009	2,6000E-03	3,0063E-03
520	400	29,42598	2,6667E-03	3,1781E-03
530	410	29,99186	2,7333E-03	3,3597E-03
540	420	30,55775	2,8000E-03	3,5516E-03
550	430	31,12363	2,8667E-03	3,7546E-03
560	445	31,68952	2,9667E-03	3,9691E-03
570	455	32,25540	3,0333E-03	4,1959E-03
580	470	32,82128	3,1333E-03	4,4357E-03
590	485	33,38717	3,2333E-03	4,6891E-03
600	500	33,95305	3,3333E-03	4,9570E-03
610	520	34,51894	3,4667E-03	5,2403E-03
620	530	35,08482	3,5333E-03	5,5397E-03
630	550	35,65070	3,6667E-03	5,8562E-03
640	570	36,21659	3,8000E-03	6,1908E-03
650	600	36,78247	4,0000E-03	6,5446E-03
660	600	37,34836	4,0000E-03	6,9185E-03

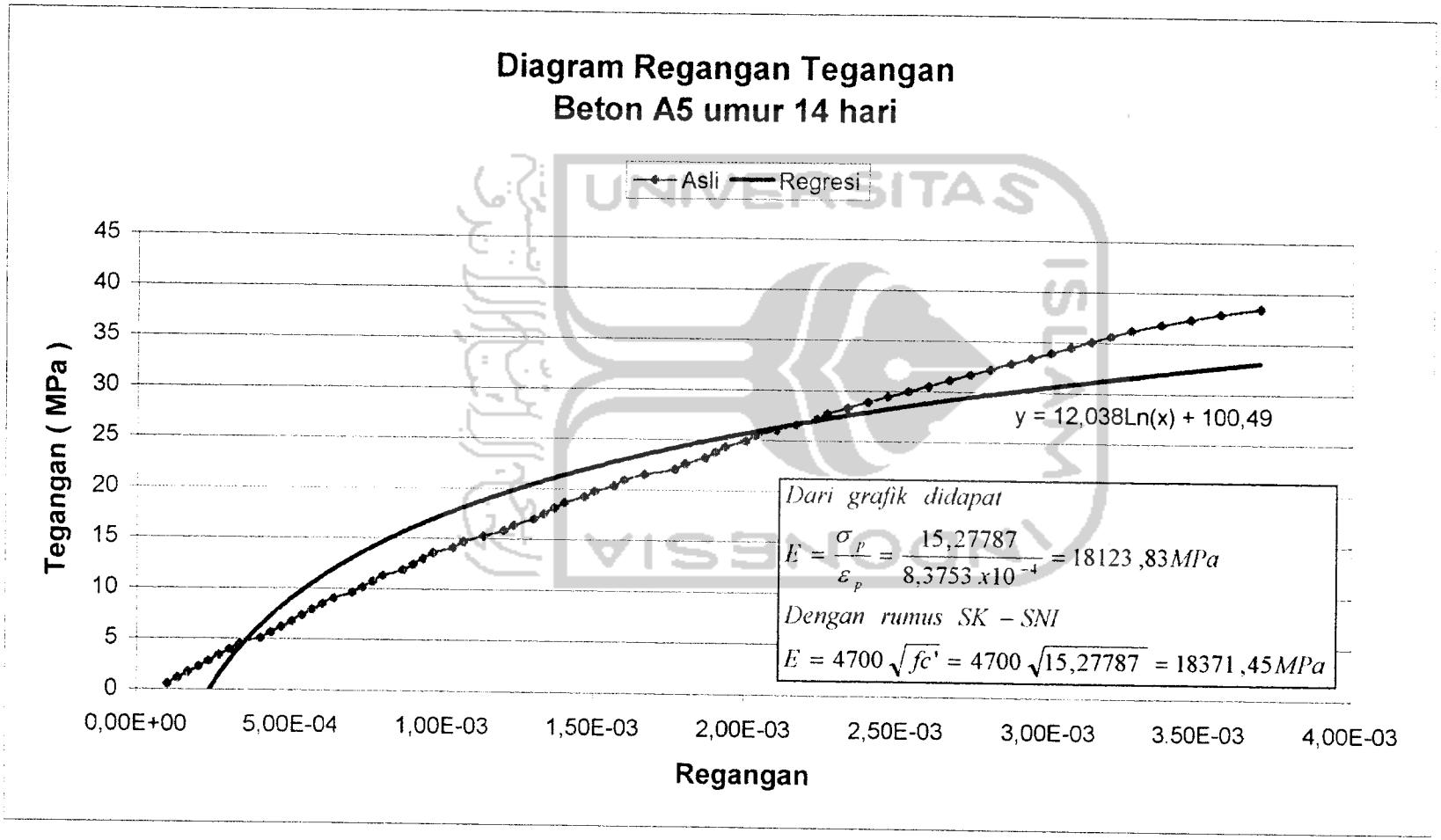

Diagram Regangan Tegangan
Beton A4 umur 14 hari
Asli
Regresi
Tegangan (MPa)
Regangan
y = 10,184Ln(x) + 87,999
Dari grafik didapat
E = σ_t / ε_t = 15,84476 / 8,3753 x10^-4 = 18918 ,54 MPa
Dengan rumus SK – SNI
E = 4700 √fc' = 4700 √15,84476 = 18708 ,57 MPa
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03

Nama benda uji : **A5**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30 cm
Berat beton : 12,735 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,038lnx+100,49)
10	15	0,56588	1,0000E-04	2,4834E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,6029E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,7282E-04
40	30	2,26354	2,0000E-04	2,8595E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	2,9971E-04
60	40	3,39531	2,6667E-04	3,1414E-04
70	45	3,96119	3,0000E-04	3,2926E-04
80	50	4,52707	3,3333E-04	3,4510E-04
90	60	5,09296	4,0000E-04	3,6171E-04
100	65	5,65884	4,3333E-04	3,7912E-04
110	70	6,22473	4,6667E-04	3,9737E-04
120	75	6,79061	5,0000E-04	4,1650E-04
130	80	7,35649	5,3333E-04	4,3654E-04
140	85	7,92238	5,6667E-04	4,5755E-04
150	90	8,48826	6,0000E-04	4,7958E-04
160	96	9,05415	6,4000E-04	5,0266E-04
170	105	9,62003	7,0000E-04	5,2685E-04
180	110	10,18592	7,3333E-04	5,5221E-04
190	115	10,75180	7,6667E-04	5,7879E-04
200	120	11,31768	8,0000E-04	6,0664E-04
210	130	11,88357	8,6667E-04	6,3584E-04
220	135	12,44945	9,0000E-04	6,6645E-04
230	140	13,01534	9,3333E-04	6,9852E-04
240	145	13,58122	9,6667E-04	7,3214E-04
250	155	14,14710	1,0333E-03	7,6738E-04
260	160	14,71299	1,0667E-03	8,0431E-04
270	170	15,27887	1,1333E-03	8,4303E-04
280	180	15,84476	1,2000E-03	8,8360E-04
290	185	16,41064	1,2333E-03	9,2613E-04
300	195	16,97653	1,3000E-03	9,7071E-04
310	200	17,54241	1,3333E-03	1,0174E-03
320	205	18,10829	1,3667E-03	1,0664E-03
330	210	18,67418	1,4000E-03	1,1177E-03
340	220	19,24006	1,4667E-03	1,1715E-03
350	225	19,80595	1,5000E-03	1,2279E-03
360	235	20,37183	1,5667E-03	1,2870E-03
370	240	20,93772	1,6000E-03	1,3489E-03
380	250	21,50360	1,6667E-03	1,4139E-03
390	265	22,06948	1,7667E-03	1,4819E-03
400	270	22,63537	1,8000E-03	1,5532E-03
410	280	23,20125	1,8667E-03	1,6280E-03
420	285	23,76714	1,9000E-03	1,7064E-03
430	290	24,33302	1,9333E-03	1,7885E-03
440	300	24,89890	2,0000E-03	1,8746E-03
450	305	25,46479	2,0333E-03	1,9648E-03
460	315	26,03067	2,1000E-03	2,0594E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,038lnx+100,49)
470	325	26,59656	2,1667E-03	2,1585E-03
480	335	27,16244	2,2333E-03	2,2624E-03
490	340	27,72833	2,2667E-03	2,3713E-03
500	350	28,29421	2,3333E-03	2,4854E-03
510	360	28,86009	2,4000E-03	2,6050E-03
520	370	29,42598	2,4667E-03	2,7304E-03
530	380	29,99186	2,5333E-03	2,8618E-03
540	390	30,55775	2,6000E-03	2,9996E-03
550	400	31,12363	2,6667E-03	3,1439E-03
560	410	31,68952	2,7333E-03	3,2952E-03
570	420	32,25540	2,8000E-03	3,4538E-03
580	430	32,82128	2,8667E-03	3,6201E-03
590	440	33,38717	2,9333E-03	3,7943E-03
600	450	33,95305	3,0000E-03	3,9769E-03
610	460	34,51894	3,0667E-03	4,1684E-03
620	470	35,08482	3,1333E-03	4,3690E-03
630	480	35,65070	3,2000E-03	4,5793E-03
640	490	36,21659	3,2667E-03	4,7997E-03
650	505	36,78247	3,3667E-03	5,0307E-03
660	520	37,34836	3,4667E-03	5,2728E-03
670	535	37,91424	3,5667E-03	5,5266E-03
680	555	38,48013	3,7000E-03	5,7926E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton A5 umur 14 hari
Asli
Regresi
Tegangan (MPa)
Regangan
y = 12,038Ln(x) + 100,49
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{15,27787}{8,3753 x10^{-4}} = 18123,83 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{15,27787} = 18371,45 MPa$
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3.50E-03
4,00E-03

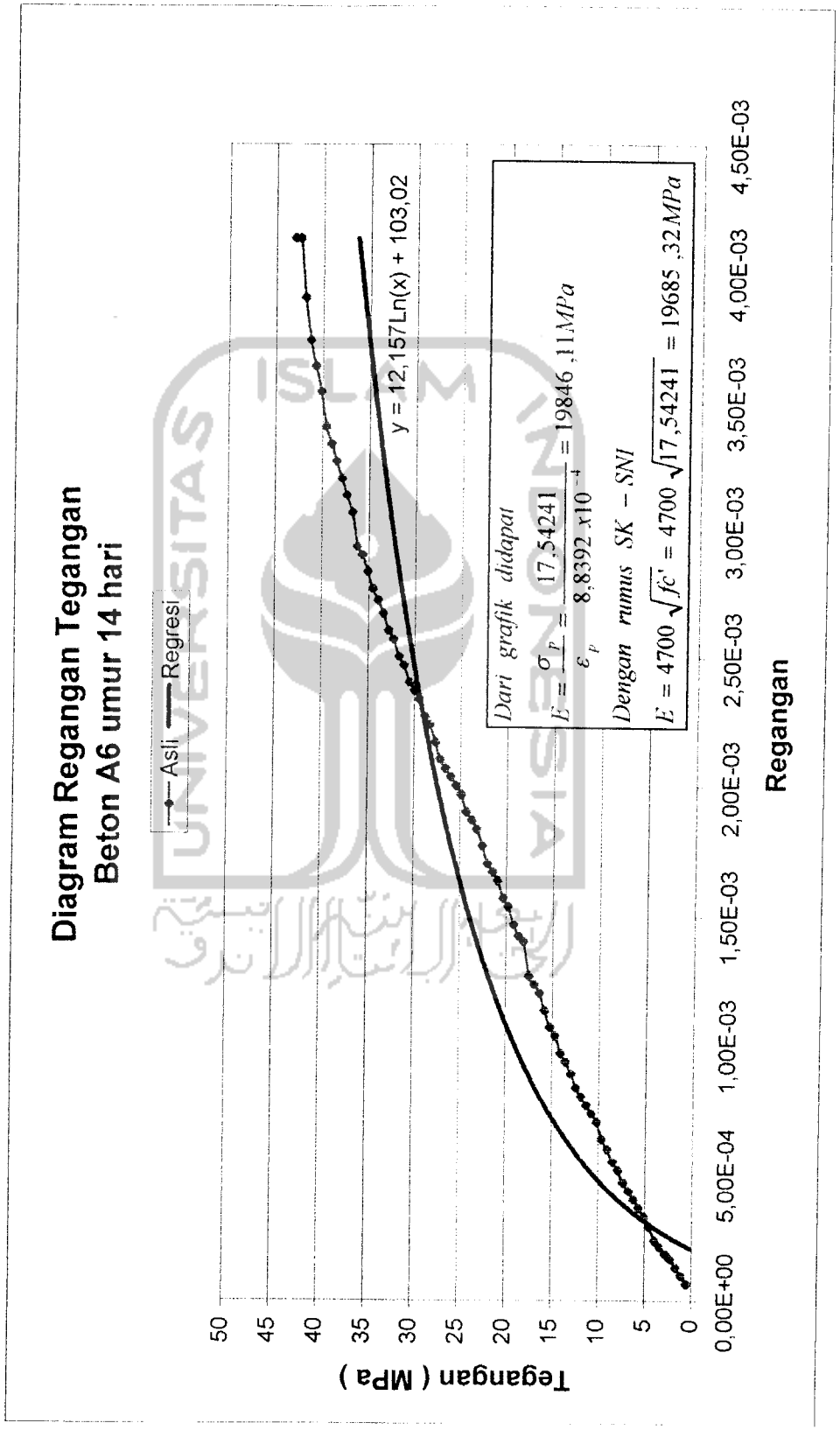
Nama benda uji : **A6**

Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 12,802 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,157lnx+103,02)
10	10	0,56588	6,6667E-05	2,1875E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	2,2917E-04
30	20	1,69765	1,3333E-04	2,4009E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	2,5153E-04
50	28	2,82942	1,8667E-04	2,6352E-04
60	32	3,39531	2,1333E-04	2,7607E-04
70	36	3,96119	2,4000E-04	2,8923E-04
80	44	4,52707	2,9333E-04	3,0301E-04
90	50	5,09296	3,3333E-04	3,1745E-04
100	55	5,65884	3,6667E-04	3,3257E-04
110	60	6,22473	4,0000E-04	3,4842E-04
120	65	6,79061	4,3333E-04	3,6502E-04
130	70	7,35649	4,6667E-04	3,8241E-04
140	77	7,92238	5,1333E-04	4,0064E-04
150	82	8,48826	5,4667E-04	4,1973E-04
160	89	9,05415	5,9333E-04	4,3972E-04
170	95	9,62003	6,3333E-04	4,6068E-04
180	105	10,18592	7,0000E-04	4,8263E-04
190	110	10,75180	7,3333E-04	5,0562E-04
200	115	11,31768	7,6667E-04	5,2972E-04
210	120	11,88357	8,0000E-04	5,5496E-04
220	125	12,44945	8,3333E-04	5,8140E-04
230	133	13,01534	8,8667E-04	6,0910E-04
240	140	13,58122	9,3333E-04	6,3812E-04
250	145	14,14710	9,6667E-04	6,6853E-04
260	155	14,71299	1,0333E-03	7,0038E-04
270	160	15,27887	1,0667E-03	7,3376E-04
280	170	15,84476	1,1333E-03	7,6872E-04
290	180	16,41064	1,2000E-03	8,0535E-04
300	185	16,97653	1,2333E-03	8,4372E-04
310	190	17,54241	1,2667E-03	8,8392E-04
320	210	18,10829	1,4000E-03	9,2604E-04
330	213	18,67418	1,4200E-03	9,7016E-04
340	220	19,24006	1,4667E-03	1,0164E-03
350	230	19,80595	1,5333E-03	1,0648E-03
360	235	20,37183	1,5667E-03	1,1156E-03
370	245	20,93772	1,6333E-03	1,1687E-03
380	250	21,50360	1,6667E-03	1,2244E-03
390	255	22,06948	1,7000E-03	1,2827E-03
400	265	22,63537	1,7667E-03	1,3439E-03
410	275	23,20125	1,8333E-03	1,4079E-03
420	280	23,76714	1,8667E-03	1,4750E-03
430	285	24,33302	1,9000E-03	1,5453E-03
440	295	24,89890	1,9667E-03	1,6189E-03
450	300	25,46479	2,0000E-03	1,6960E-03
460	305	26,03067	2,0333E-03	1,7768E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,157lnx+103,02)
470	310	26,59656	2,0667E-03	1,8615E-03
480	315	27,16244	2,1000E-03	1,9502E-03
490	325	27,72833	2,1667E-03	2,0431E-03
500	335	28,29421	2,2333E-03	2,1405E-03
510	340	28,86009	2,2667E-03	2,2425E-03
520	350	29,42598	2,3333E-03	2,3493E-03
530	355	29,99186	2,3667E-03	2,4613E-03
540	360	30,55775	2,4000E-03	2,5785E-03
550	370	31,12363	2,4667E-03	2,7014E-03
560	375	31,68952	2,5000E-03	2,8301E-03
570	385	32,25540	2,5667E-03	2,9650E-03
580	390	32,82128	2,6000E-03	3,1062E-03
590	400	33,38717	2,6667E-03	3,2542E-03
600	408	33,95305	2,7200E-03	3,4093E-03
610	415	34,51894	2,7667E-03	3,5717E-03
620	425	35,08482	2,8333E-03	3,7419E-03
630	435	35,65070	2,9000E-03	3,9202E-03
640	440	36,21659	2,9333E-03	4,1070E-03
650	460	36,78247	3,0667E-03	4,3027E-03
660	470	37,34836	3,1333E-03	4,5077E-03
670	480	37,91424	3,2000E-03	4,7225E-03
680	490	38,48013	3,2667E-03	4,9475E-03
690	500	39,04601	3,3333E-03	5,1833E-03
700	510	39,61189	3,4000E-03	5,4303E-03
710	530	40,17778	3,5333E-03	5,6890E-03
720	545	40,74366	3,6333E-03	5,9601E-03
730	560	41,30955	3,7333E-03	6,2441E-03
740	585	41,87543	3,9000E-03	6,5416E-03
750	620	42,44131	4,1333E-03	6,8533E-03
760	620	43,00720	4,1333E-03	7,1798E-03

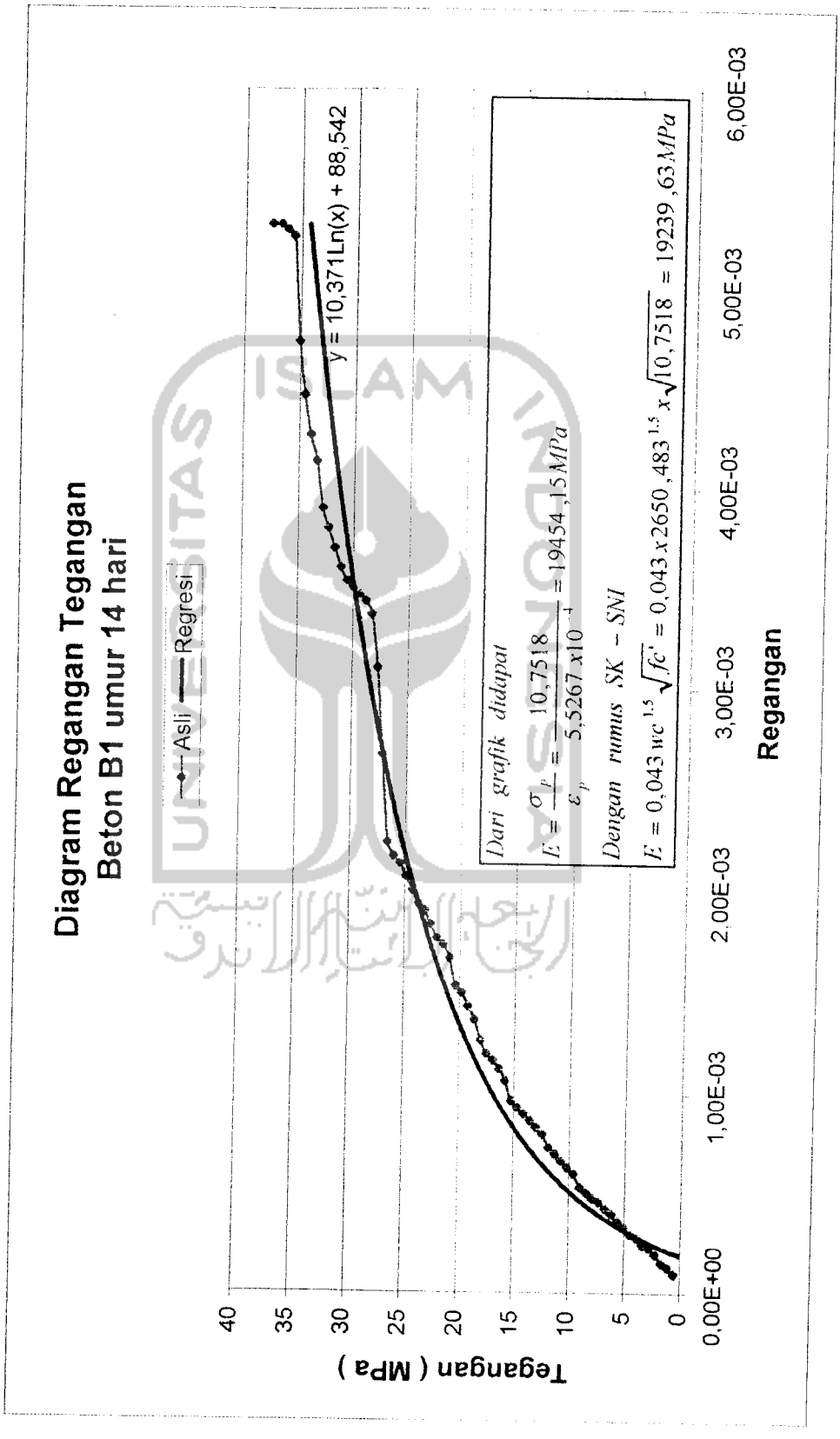

Diagram Regangan Tegangan
Beton A6 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 12,157Ln(x) + 103,02
Dari grafik didapat
E = σp / εp = 17,54241 / 8,8392 x10^-4 = 19846 ,11MPa
Dengan rumus SK – SNI
E = 4700 √fc' = 4700 √17,54241 = 19685 ,32MPa
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03

Nama benda uji : **B1**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 14,9 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 13,95 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,371lnx+88,542)
10	15	0,56588	1,0000E-04	2,0698E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,1859E-04
30	23	1,69765	1,5333E-04	2,3084E-04
40	30	2,26354	2,0000E-04	2,4379E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	2,5746E-04
60	37	3,39531	2,4667E-04	2,7190E-04
70	42	3,96119	2,8000E-04	2,8715E-04
80	45	4,52707	3,0000E-04	3,0325E-04
90	50	5,09296	3,3333E-04	3,2026E-04
100	55	5,65884	3,6667E-04	3,3822E-04
110	60	6,22473	4,0000E-04	3,5719E-04
120	64	6,79061	4,2667E-04	3,7722E-04
130	69	7,35649	4,6000E-04	3,9837E-04
140	72	7,92238	4,8000E-04	4,2071E-04
150	76	8,48826	5,0667E-04	4,4431E-04
160	80	9,05415	5,3333E-04	4,6922E-04
170	90	9,62003	6,0000E-04	4,9554E-04
180	95	10,18592	6,3333E-04	5,2333E-04
190	100	10,75180	6,6667E-04	5,5267E-04
200	105	11,31768	7,0000E-04	5,8367E-04
210	110	11,88357	7,3333E-04	6,1640E-04
220	120	12,44945	8,0000E-04	6,5097E-04
230	125	13,01534	8,3333E-04	6,8747E-04
240	130	13,58122	8,6667E-04	7,2603E-04
250	135	14,14710	9,0000E-04	7,6674E-04
260	140	14,71299	9,3333E-04	8,0974E-04
270	145	15,27887	9,6667E-04	8,5515E-04
280	160	15,84476	1,0667E-03	9,0311E-04
290	169	16,41064	1,1267E-03	9,5376E-04
300	175	16,97653	1,1667E-03	1,0072E-03
310	180	17,54241	1,2000E-03	1,0637E-03
320	190	18,10829	1,2667E-03	1,1234E-03
330	205	18,67418	1,3667E-03	1,1864E-03
340	215	19,24006	1,4333E-03	1,2529E-03
350	225	19,80595	1,5000E-03	1,3232E-03
360	230	20,37183	1,5333E-03	1,3974E-03
370	250	20,93772	1,6667E-03	1,4758E-03
380	260	21,50360	1,7333E-03	1,5585E-03
390	265	22,06948	1,7667E-03	1,6459E-03
400	275	22,63537	1,8333E-03	1,7382E-03
410	285	23,20125	1,9000E-03	1,8357E-03
420	290	23,76714	1,9333E-03	1,9386E-03
430	300	24,33302	2,0000E-03	2,0474E-03
440	310	24,89890	2,0667E-03	2,1622E-03
450	320	25,46479	2,1333E-03	2,2834E-03
460	325	26,03067	2,1667E-03	2,4115E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,371lnx+88,542)
470	335	26,59656	2,2333E-03	2,5467E-03
480	400	27,16244	2,6667E-03	2,6895E-03
490	465	27,72833	3,1000E-03	2,8404E-03
500	505	28,29421	3,3667E-03	2,9997E-03
510	515	28,86009	3,4333E-03	3,1679E-03
520	520	29,42598	3,4667E-03	3,3455E-03
530	525	29,99186	3,5000E-03	3,5332E-03
540	530	30,55775	3,5333E-03	3,7313E-03
550	540	31,12363	3,6000E-03	3,9405E-03
560	555	31,68952	3,7000E-03	4,1615E-03
570	570	32,25540	3,8000E-03	4,3949E-03
580	585	32,82128	3,9000E-03	4,6414E-03
590	620	33,38717	4,1333E-03	4,9017E-03
600	640	33,95305	4,2667E-03	5,1766E-03
610	670	34,51894	4,4667E-03	5,4669E-03
620	710	35,08482	4,7333E-03	5,7734E-03
630	790	35,65070	5,2667E-03	6,0972E-03
640	795	36,21659	5,3000E-03	6,4392E-03
650	799	36,78247	5,3267E-03	6,8003E-03
665	799	37,63130	5,3267E-03	7,3802E-03

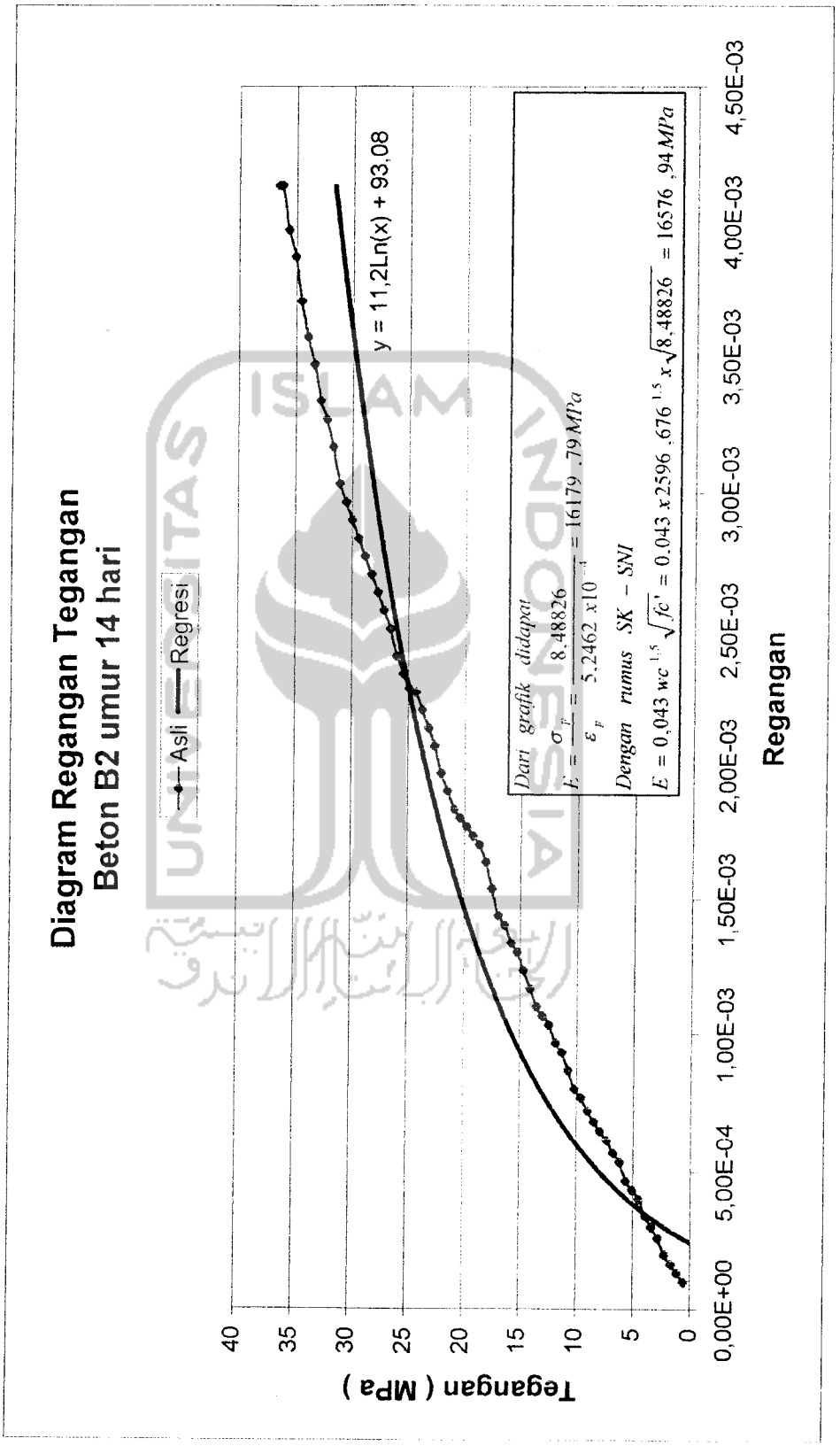

Diagram Regangan Tegangan
Beton B1 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 10,371Ln(x) + 88,542
Dari grafik didapat
E = σp / εp = 10,7518 / 5,5267 x10^-4 = 19454,15MPa
Dengan rumus SK - SNI
E = 0,043 wc^1,5 √fc' = 0,043 x2650,483^1,5 x √10,7518 = 19239,63MPa
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03

Nama benda uji : **B2**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,1 cm
Berat beton : 13,805 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=11,2lnx+93,08)
10	15	0,56588	1,0000E-04	2,5861E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,7201E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,8611E-04
40	30	2,26354	2,0000E-04	3,0094E-04
50	39	2,82942	2,6000E-04	3,1653E-04
60	45	3,39531	3,0000E-04	3,3294E-04
70	51	3,96119	3,4000E-04	3,5019E-04
80	60	4,52707	4,0000E-04	3,6834E-04
90	65	5,09296	4,3333E-04	3,8743E-04
100	70	5,65884	4,6667E-04	4,0750E-04
110	80	6,22473	5,3333E-04	4,2862E-04
120	85	6,79061	5,6667E-04	4,5083E-04
130	92	7,35649	6,1333E-04	4,7420E-04
140	97	7,92238	6,4667E-04	4,9877E-04
150	102	8,48826	6,8000E-04	5,2462E-04
160	108	9,05415	7,2000E-04	5,5181E-04
170	115	9,62003	7,6667E-04	5,8041E-04
180	120	10,18592	8,0000E-04	6,1048E-04
190	130	10,75180	8,6667E-04	6,4212E-04
200	140	11,31768	9,3333E-04	6,7540E-04
210	145	11,88357	9,6667E-04	7,1040E-04
220	155	12,44945	1,0333E-03	7,4722E-04
230	160	13,01534	1,0667E-03	7,8594E-04
240	165	13,58122	1,1000E-03	8,2667E-04
250	175	14,14710	1,1667E-03	8,6951E-04
260	185	14,71299	1,2333E-03	9,1457E-04
270	195	15,27887	1,3000E-03	9,6197E-04
280	200	15,84476	1,3333E-03	1,0118E-03
290	210	16,41064	1,4000E-03	1,0643E-03
300	215	16,97653	1,4333E-03	1,1194E-03
310	230	17,54241	1,5333E-03	1,1774E-03
320	245	18,10829	1,6333E-03	1,2384E-03
330	255	18,67418	1,7000E-03	1,3026E-03
340	260	19,24006	1,7333E-03	1,3701E-03
350	265	19,80595	1,7667E-03	1,4411E-03
360	270	20,37183	1,8000E-03	1,5158E-03
370	275	20,93772	1,8333E-03	1,5944E-03
380	285	21,50360	1,9000E-03	1,6770E-03
390	295	22,06948	1,9667E-03	1,7639E-03
400	310	22,63537	2,0667E-03	1,8553E-03
410	320	23,20125	2,1333E-03	1,9515E-03
420	330	23,76714	2,2000E-03	2,0526E-03
430	340	24,33302	2,2667E-03	2,1590E-03
440	342	24,89890	2,2800E-03	2,2709E-03
450	350	25,46479	2,3333E-03	2,3885E-03
460	360	26,03067	2,4000E-03	2,5123E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=11,2lnx+93,08)
470	375	26,59656	2,5000E-03	2,6425E-03
480	385	27,16244	2,5667E-03	2,7795E-03
490	395	27,72833	2,6333E-03	2,9235E-03
500	405	28,29421	2,7000E-03	3,0750E-03
510	415	28,86009	2,7667E-03	3,2344E-03
520	425	29,42598	2,8333E-03	3,4020E-03
530	435	29,99186	2,9000E-03	3,5783E-03
540	445	30,55775	2,9667E-03	3,7637E-03
550	455	31,12363	3,0333E-03	3,9588E-03
560	475	31,68952	3,1667E-03	4,1639E-03
570	490	32,25540	3,2667E-03	4,3797E-03
580	500	32,82128	3,3333E-03	4,6067E-03
590	520	33,38717	3,4667E-03	4,8454E-03
600	535	33,95305	3,5667E-03	5,0965E-03
610	555	34,51894	3,7000E-03	5,3607E-03
620	580	35,08482	3,8667E-03	5,6385E-03
630	595	35,65070	3,9667E-03	5,9307E-03
640	620	36,21659	4,1333E-03	6,2380E-03
645	620	36,49953	4,1333E-03	6,3976E-03

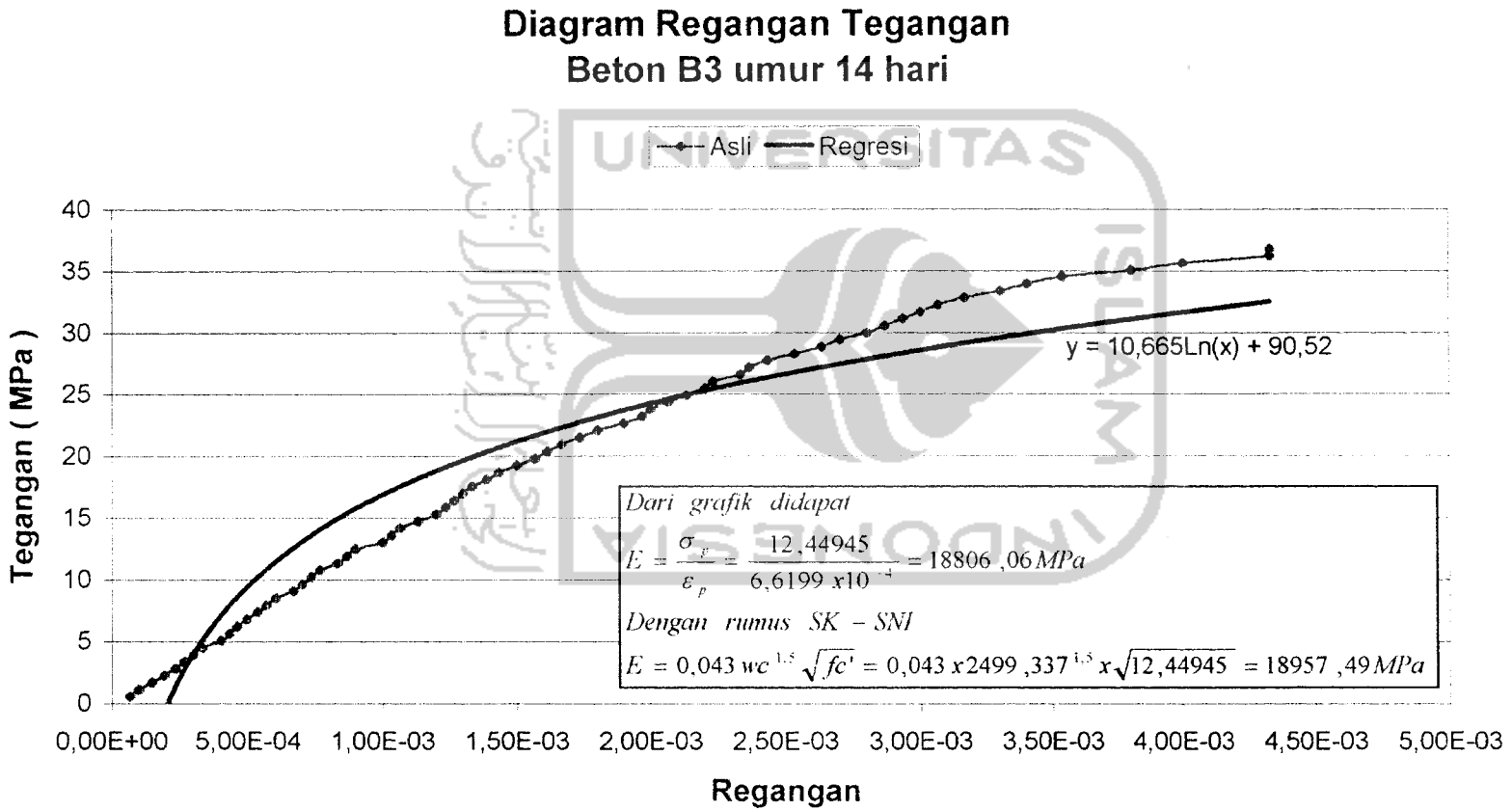

Diagram Regangan Tegangan
Beton B2 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 11,2Ln(x) + 93,08
Dari grafik didapat
$f_c' = \sigma_p = 8,48826$
$\varepsilon_p = 5,2462 \times 10^{-4} = 16179,79 MPa$
Dengan rumus SK - SNI
$E = 0,043\, wc^{1,5} \sqrt{fc'} = 0,043 \times 2596,676^{1,5} \times \sqrt{8,48826} = 16576,94 MPa$
Tegangan (MPa)
Regangan
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
0
5
10
15
20
25
30
35
40

Nama benda uji : B3
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 13,51 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,665lnx+90,52)
10	10	0,56588	6,6667E-05	2,1724E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	2,2908E-04
30	22	1,69765	1,4667E-04	2,4156E-04
40	29	2,26354	1,9333E-04	2,5472E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	2,6860E-04
60	40	3,39531	2,6667E-04	2,8324E-04
70	45	3,96119	3,0000E-04	2,9867E-04
80	50	4,52707	3,3333E-04	3,1495E-04
90	60	5,09296	4,0000E-04	3,3211E-04
100	65	5,65884	4,3333E-04	3,5021E-04
110	69	6,22473	4,6000E-04	3,6929E-04
120	74	6,79061	4,9333E-04	3,8942E-04
130	80	7,35649	5,3333E-04	4,1064E-04
140	85	7,92238	5,6667E-04	4,3302E-04
150	90	8,48826	6,0000E-04	4,5661E-04
160	100	9,05415	6,6667E-04	4,8149E-04
170	105	9,62003	7,0000E-04	5,0773E-04
180	110	10,18592	7,3333E-04	5,3540E-04
190	115	10,75180	7,6667E-04	5,6457E-04
200	125	11,31768	8,3333E-04	5,9534E-04
210	130	11,88357	8,6667E-04	6,2778E-04
220	135	12,44945	9,0000E-04	6,6199E-04
230	150	13,01534	1,0000E-03	6,9807E-04
240	155	13,58122	1,0333E-03	7,3611E-04
250	160	14,14710	1,0667E-03	7,7622E-04
260	170	14,71299	1,1333E-03	8,1852E-04
270	180	15,27887	1,2000E-03	8,6312E-04
280	185	15,84476	1,2333E-03	9,1015E-04
290	190	16,41064	1,2667E-03	9,5975E-04
300	195	16,97653	1,3000E-03	1,0120E-03
310	200	17,54241	1,3333E-03	1,0672E-03
320	208	18,10829	1,3867E-03	1,1254E-03
330	215	18,67418	1,4333E-03	1,1867E-03
340	225	19,24006	1,5000E-03	1,2513E-03
350	235	19,80595	1,5667E-03	1,3195E-03
360	242	20,37183	1,6133E-03	1,3914E-03
370	250	20,93772	1,6667E-03	1,4673E-03
380	260	21,50360	1,7333E-03	1,5472E-03
390	270	22,06948	1,8000E-03	1,6315E-03
400	285	22,63537	1,9000E-03	1,7204E-03
410	295	23,20125	1,9667E-03	1,8142E-03
420	300	23,76714	2,0000E-03	1,9130E-03
430	310	24,33302	2,0667E-03	2,0173E-03
440	320	24,89890	2,1333E-03	2,1272E-03
450	330	25,46479	2,2000E-03	2,2431E-03
460	335	26,03067	2,2333E-03	2,3654E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,665lnx+90,52)
470	350	26,59656	2,3333E-03	2,4943E-03
480	355	27,16244	2,3667E-03	2,6302E-03
490	365	27,72833	2,4333E-03	2,7735E-03
500	380	28,29421	2,5333E-03	2,9247E-03
510	395	28,86009	2,6333E-03	3,0840E-03
520	405	29,42598	2,7000E-03	3,2521E-03
530	420	29,99186	2,8000E-03	3,4293E-03
540	430	30,55775	2,8667E-03	3,6162E-03
550	440	31,12363	2,9333E-03	3,8132E-03
560	450	31,68952	3,0000E-03	4,0210E-03
570	460	32,25540	3,0667E-03	4,2401E-03
580	475	32,82128	3,1667E-03	4,4712E-03
590	495	33,38717	3,3000E-03	4,7148E-03
600	510	33,95305	3,4000E-03	4,9718E-03
610	530	34,51894	3,5333E-03	5,2427E-03
620	570	35,08482	3,8000E-03	5,5284E-03
630	600	35,65070	4,0000E-03	5,8296E-03
640	650	36,21659	4,3333E-03	6,1473E-03
650	650	36,78247	4,3333E-03	6,4823E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton B3 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 10,665Ln(x) + 90,52
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
5,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{12,44945}{6,6199\ x10^{-4}} = 18806,06\ MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\ wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043\ x2499,337^{1,5}\ x\sqrt{12,44945} = 18957,49\ MPa$

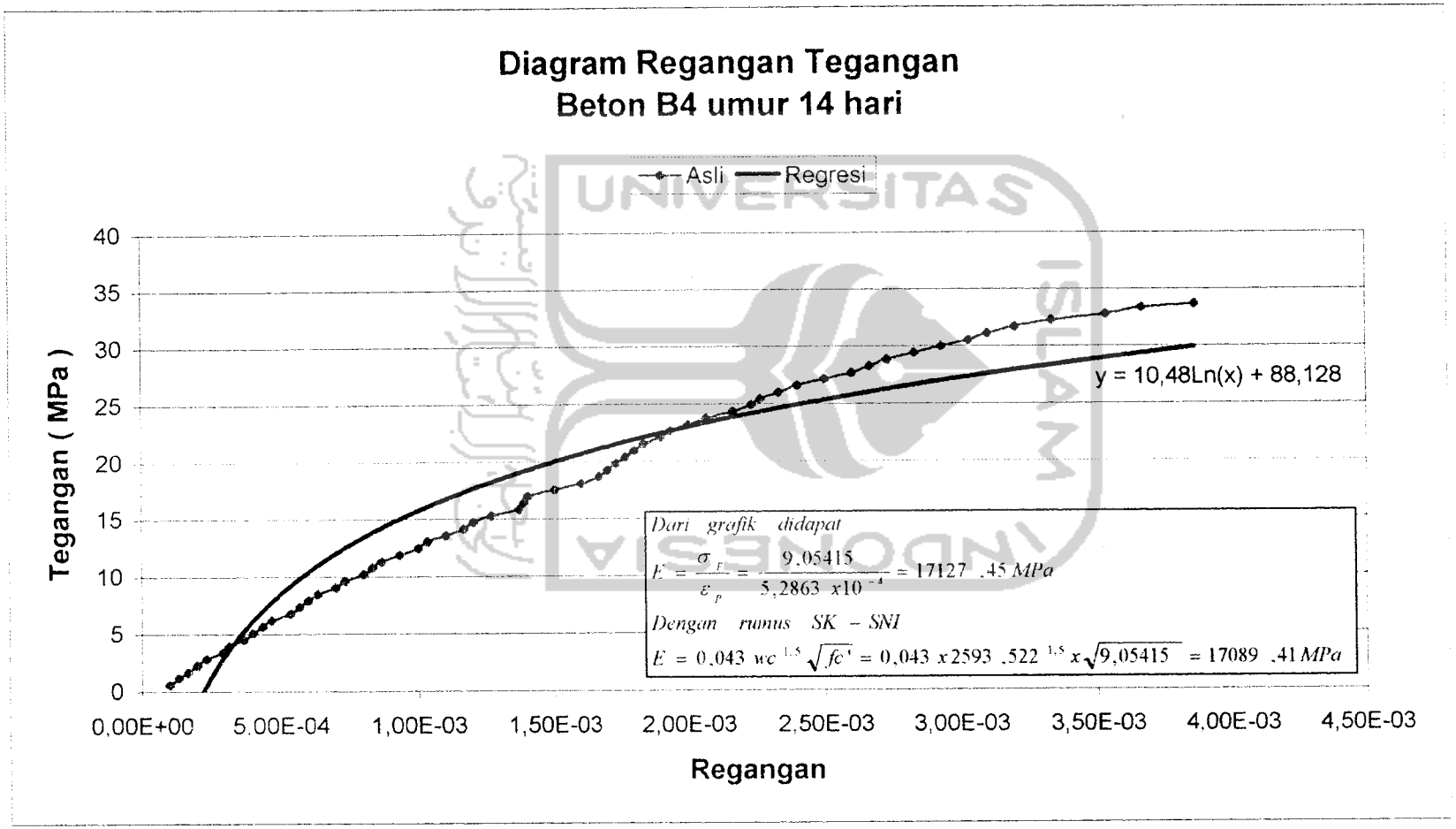
Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,48lnx+88,128)
470	360	26,59656	2,4000E-03	2,8191E-03
480	375	27,16244	2,5000E-03	2,9756E-03
490	390	27,72833	2,6000E-03	3,1406E-03
500	400	28,29421	2,6667E-03	3,3149E-03
510	410	28,86009	2,7333E-03	3,4988E-03
520	425	29,42598	2,8333E-03	3,6929E-03
530	440	29,99186	2,9333E-03	3,8978E-03
540	455	30,55775	3,0333E-03	4,1141E-03
550	465	31,12363	3,1000E-03	4,3423E-03
560	480	31,68952	3,2000E-03	4,5832E-03
570	500	32,25540	3,3333E-03	4,8375E-03
580	530	32,82128	3,5333E-03	5,1059E-03
590	550	33,38717	3,6667E-03	5,3892E-03
595	580	33,67011	3,8667E-03	5,5367E-03



Nama benda uji : **B4**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 14,9 cm
Tinggi beton : 30,1 cm
Berat beton : 13,605 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,48lnx+88,128)
10	15	0,56588	1,0000E-04	2,3518E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,4823E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,6200E-04
40	30	2,26354	2,0000E-04	2,7653E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	2,9188E-04
60	44	3,39531	2,9333E-04	3,0807E-04
70	47	3,96119	3,1333E-04	3,2516E-04
80	55	4,52707	3,6667E-04	3,4320E-04
90	60	5,09296	4,0000E-04	3,6224E-04
100	65	5,65884	4,3333E-04	3,8234E-04
110	70	6,22473	4,6667E-04	4,0355E-04
120	80	6,79061	5,3333E-04	4,2594E-04
130	85	7,35649	5,6667E-04	4,4958E-04
140	90	7,92238	6,0000E-04	4,7452E-04
150	95	8,48826	6,3333E-04	5,0085E-04
160	105	9,05415	7,0000E-04	5,2863E-04
170	110	9,62003	7,3333E-04	5,5796E-04
180	120	10,18592	8,0000E-04	5,8892E-04
190	125	10,75180	8,3333E-04	6,2159E-04
200	130	11,31768	8,6667E-04	6,5608E-04
210	140	11,88357	9,3333E-04	6,9248E-04
220	150	12,44945	1,0000E-03	7,3090E-04
230	155	13,01534	1,0333E-03	7,7145E-04
240	165	13,58122	1,1000E-03	8,1425E-04
250	175	14,14710	1,1667E-03	8,5943E-04
260	180	14,71299	1,2000E-03	9,0711E-04
270	190	15,27887	1,2667E-03	9,5744E-04
280	205	15,84476	1,3667E-03	1,0106E-03
290	208	16,41064	1,3867E-03	1,0666E-03
300	210	16,97653	1,4000E-03	1,1258E-03
310	225	17,54241	1,5000E-03	1,1883E-03
320	240	18,10829	1,6000E-03	1,2542E-03
330	250	18,67418	1,6667E-03	1,3238E-03
340	255	19,24006	1,7000E-03	1,3972E-03
350	260	19,80595	1,7333E-03	1,4747E-03
360	265	20,37183	1,7667E-03	1,5566E-03
370	270	20,93772	1,8000E-03	1,6429E-03
380	275	21,50360	1,8333E-03	1,7341E-03
390	285	22,06948	1,9000E-03	1,8303E-03
400	290	22,63537	1,9333E-03	1,9318E-03
410	300	23,20125	2,0000E-03	2,0390E-03
420	310	23,76714	2,0667E-03	2,1521E-03
430	325	24,33302	2,1667E-03	2,2715E-03
440	335	24,89890	2,2333E-03	2,3975E-03
450	340	25,46479	2,2667E-03	2,5306E-03
460	350	26,03067	2,3333E-03	2,6710E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton B4 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 10,48Ln(x) + 88,128
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{9,05415}{5,2863\ x10^{-4}} = 17127\ ,45\ MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\ wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043\ x2593\ ,522^{1,5}\ x\sqrt{9,05415} = 17089\ ,41\ MPa$

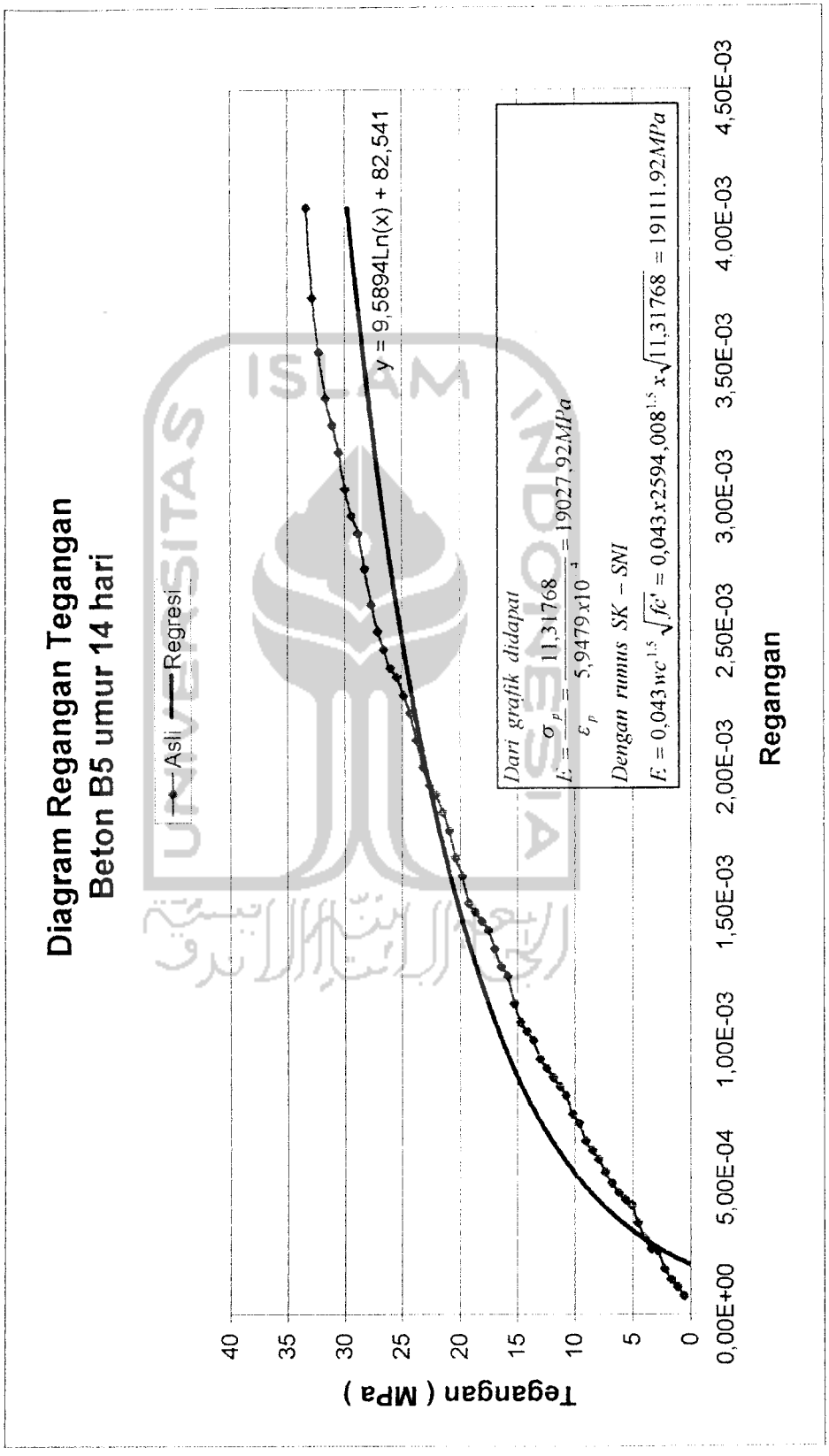
Nama benda uji : **B5**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30 cm
Berat beton : 13,745 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=9,5894lnx+82,541)
10	10	0,56588	6,6667E-05	1,9383E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	2,0562E-04
30	19	1,69765	1,2667E-04	2,1811E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	2,3137E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	2,4544E-04
60	36	3,39531	2,4000E-04	2,6036E-04
70	42	3,96119	2,8000E-04	2,7618E-04
80	50	4,52707	3,3333E-04	2,9297E-04
90	60	5,09296	4,0000E-04	3,1078E-04
100	63	5,65884	4,2000E-04	3,2967E-04
110	67	6,22473	4,4667E-04	3,4971E-04
120	72	6,79061	4,8000E-04	3,7097E-04
130	78	7,35649	5,2000E-04	3,9352E-04
140	85	7,92238	5,6667E-04	4,1744E-04
150	90	8,48826	6,0000E-04	4,4282E-04
160	95	9,05415	6,3333E-04	4,6973E-04
170	105	9,62003	7,0000E-04	4,9829E-04
180	110	10,18592	7,3333E-04	5,2858E-04
190	120	10,75180	8,0000E-04	5,6071E-04
200	125	11,31768	8,3333E-04	5,9479E-04
210	130	11,88357	8,6667E-04	6,3095E-04
220	135	12,44945	9,0000E-04	6,6930E-04
230	140	13,01534	9,3333E-04	7,0999E-04
240	150	13,58122	1,0000E-03	7,5315E-04
250	155	14,14710	1,0333E-03	7,9893E-04
260	160	14,71299	1,0667E-03	8,4749E-04
270	170	15,27887	1,1333E-03	8,9901E-04
280	185	15,84476	1,2333E-03	9,5366E-04
290	190	16,41064	1,2667E-03	1,0116E-03
300	200	16,97653	1,3333E-03	1,0731E-03
310	210	17,54241	1,4000E-03	1,1384E-03
320	215	18,10829	1,4333E-03	1,2076E-03
330	220	18,67418	1,4667E-03	1,2810E-03
340	225	19,24006	1,5000E-03	1,3588E-03
350	240	19,80595	1,6000E-03	1,4414E-03
360	250	20,37183	1,6667E-03	1,5290E-03
370	265	20,93772	1,7667E-03	1,6220E-03
380	275	21,50360	1,8333E-03	1,7206E-03
390	285	22,06948	1,9000E-03	1,8252E-03
400	290	22,63537	1,9333E-03	1,9361E-03
410	300	23,20125	2,0000E-03	2,0538E-03
420	315	23,76714	2,1000E-03	2,1787E-03
430	330	24,33302	2,2000E-03	2,3111E-03
440	340	24,89890	2,2667E-03	2,4516E-03
450	350	25,46479	2,3333E-03	2,6006E-03
460	355	26,03067	2,3667E-03	2,7587E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=9,5894lnx+82,541)
470	365	26,59656	2,4333E-03	2,9264E-03
480	375	27,16244	2,5000E-03	3,1043E-03
490	390	27,72833	2,6000E-03	3,2930E-03
500	410	28,29421	2,7333E-03	3,4931E-03
510	430	28,86009	2,8667E-03	3,7055E-03
520	440	29,42598	2,9333E-03	3,9307E-03
530	455	29,99186	3,0333E-03	4,1697E-03
540	475	30,55775	3,1667E-03	4,4231E-03
550	490	31,12363	3,2667E-03	4,6920E-03
560	505	31,68952	3,3667E-03	4,9772E-03
570	530	32,25540	3,5333E-03	5,2798E-03
580	560	32,82128	3,7333E-03	5,6007E-03
590	610	33,38717	4,0667E-03	5,9412E-03



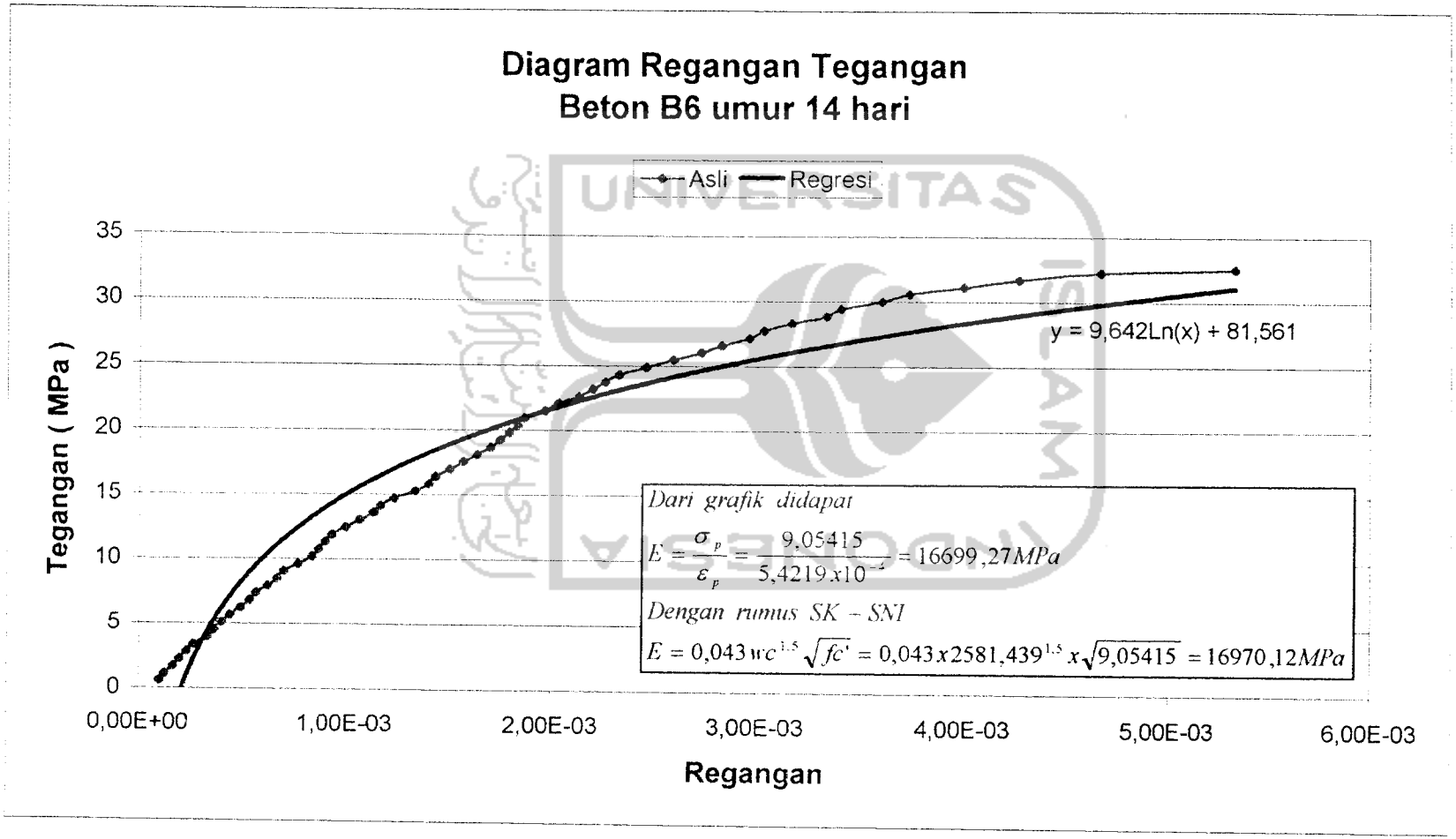

Diagram Regangan Tegangan
Beton B5 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 9,5894Ln(x) + 82,541
Dari grafik didapat
E = σp / εp = 11,31768 / 5,9479x10^-4 = 19027,92MPa
Dengan rumus SK – SNI
E = 0,043 wc^1,5 √fc' = 0,043x2594,008^1,5 x√11,31768 = 19111,92MPa
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03

Nama benda uji . B6
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 14 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,3 cm
Berat beton : 14 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=9,642lnx+81,561)
10	15	0,56588	1,0000E-04	2,2481E-04
20	19	1,13177	1,2667E-04	2,3840E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	2,5281E-04
40	30	2,26354	2,0000E-04	2,6809E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	2,8430E-04
60	40	3,39531	2,6667E-04	3,0148E-04
70	50	3,96119	3,3333E-04	3,1971E-04
80	55	4,52707	3,6667E-04	3,3903E-04
90	60	5,09296	4,0000E-04	3,5953E-04
100	66	5,65884	4,4000E-04	3,8126E-04
110	74	6,22473	4,9333E-04	4,0430E-04
120	80	6,79061	5,3333E-04	4,2874E-04
130	85	7,35649	5,6667E-04	4,5466E-04
140	93	7,92238	6,2000E-04	4,8214E-04
150	100	8,48826	6,6667E-04	5,1128E-04
160	105	9,05415	7,0000E-04	5,4219E-04
170	115	9,62003	7,6667E-04	5,7496E-04
180	125	10,18592	8,3333E-04	6,0972E-04
190	130	10,75180	8,6667E-04	6,4657E-04
200	135	11,31768	9,0000E-04	6,8565E-04
210	140	11,88357	9,3333E-04	7,2710E-04
220	150	12,44945	1,0000E-03	7,7105E-04
230	160	13,01534	1,0667E-03	8,1765E-04
240	170	13,58122	1,1333E-03	8,6708E-04
250	175	14,14710	1,1667E-03	9,1949E-04
260	185	14,71299	1,2333E-03	9,7507E-04
270	200	15,27887	1,3333E-03	1,0340E-03
280	210	15,84476	1,4000E-03	1,0965E-03
290	215	16,41064	1,4333E-03	1,1628E-03
300	225	16,97653	1,5000E-03	1,2331E-03
310	235	17,54241	1,5667E-03	1,3076E-03
320	245	18,10829	1,6333E-03	1,3866E-03
330	255	18,67418	1,7000E-03	1,4705E-03
340	262	19,24006	1,7467E-03	1,5593E-03
350	269	19,80595	1,7933E-03	1,6536E-03
360	275	20,37183	1,8333E-03	1,7536E-03
370	280	20,93772	1,8667E-03	1,8596E-03
380	295	21,50360	1,9667E-03	1,9720E-03
390	305	22,06948	2,0333E-03	2,0912E-03
400	320	22,63537	2,1333E-03	2,2176E-03
410	330	23,20125	2,2000E-03	2,3516E-03
420	340	23,76714	2,2667E-03	2,4937E-03
430	350	24,33302	2,3333E-03	2,6445E-03
440	370	24,89890	2,4667E-03	2,8043E-03
450	390	25,46479	2,6000E-03	2,9738E-03
460	410	26,03067	2,7333E-03	3,1536E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=9,642lnx+81,561)
470	425	26,59656	2,8333E-03	3,3442E-03
480	445	27,16244	2,9667E-03	3,5464E-03
490	455	27,72833	3,0333E-03	3,7607E-03
500	475	28,29421	3,1667E-03	3,9880E-03
510	500	28,86009	3,3333E-03	4,2291E-03
520	510	29,42598	3,4000E-03	4,4847E-03
530	540	29,99186	3,6000E-03	4,7558E-03
540	560	30,55775	3,7333E-03	5,0433E-03
550	600	31,12363	4,0000E-03	5,3481E-03
560	640	31,68952	4,2667E-03	5,6714E-03
570	700	32,25540	4,6667E-03	6,0142E-03
575	800	32,53834	5,3333E-03	6,1933E-03

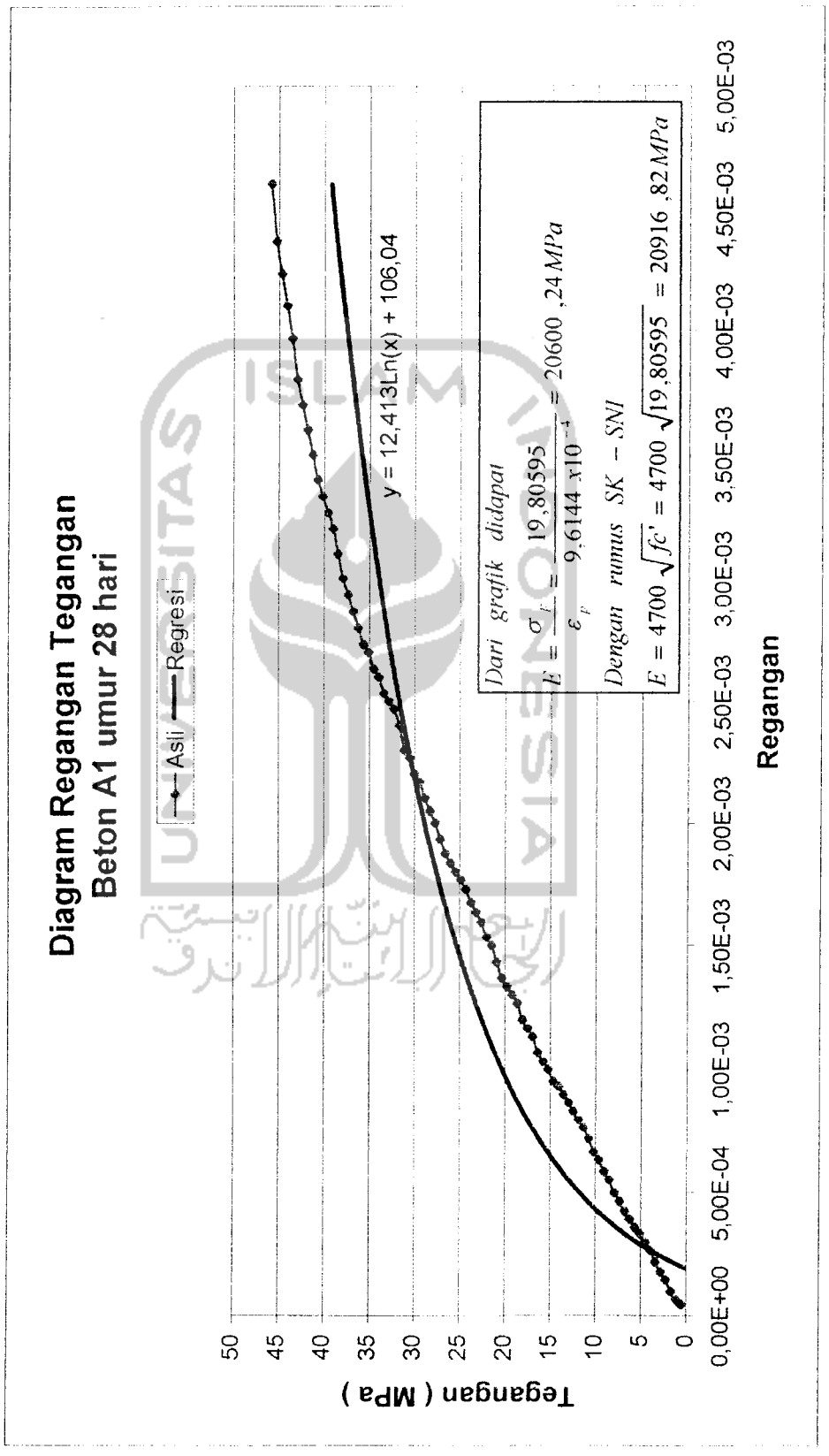

Diagram Regangan Tegangan
Beton B6 umur 14 hari
Asli
Regresi
y = 9,642Ln(x) + 81,561
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{9,05415}{5,4219 x 10^{-4}} = 16699,27 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043 wc^{1,5} \sqrt{fc'} = 0,043 x 2581,439^{1,5} x \sqrt{9,05415} = 16970,12 MPa$

Nama benda uji : A1
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,2 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 12,74 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,413lnx+106,04)
10	7	0,56588	4,6667E-05	2,0407E-04
20	10	1,13177	6,6667E-05	2,1358E-04
30	15	1,69765	1,0000E-04	2,2355E-04
40	22	2,26354	1,4667E-04	2,3397E-04
50	27	2,82942	1,8000E-04	2,4489E-04
60	33	3,39531	2,2000E-04	2,5631E-04
70	40	3,96119	2,6667E-04	2,6826E-04
80	45	4,52707	3,0000E-04	2,8078E-04
90	50	5,09296	3,3333E-04	2,9387E-04
100	54	5,65884	3,6000E-04	3,0758E-04
110	59	6,22473	3,9333E-04	3,2193E-04
120	64	6,79061	4,2667E-04	3,3694E-04
130	70	7,35649	4,6667E-04	3,5266E-04
140	75	7,92238	5,0000E-04	3,6911E-04
150	83	8,48826	5,5333E-04	3,8632E-04
160	88	9,05415	5,8667E-04	4,0434E-04
170	95	9,62003	6,3333E-04	4,2320E-04
180	100	10,18592	6,6667E-04	4,4294E-04
190	108	10,75180	7,2000E-04	4,6360E-04
200	115	11,31768	7,6667E-04	4,8523E-04
210	120	11,88357	8,0000E-04	5,0786E-04
220	125	12,44945	8,3333E-04	5,3155E-04
230	130	13,01534	8,6667E-04	5,5634E-04
240	135	13,58122	9,0000E-04	5,8229E-04
250	140	14,14710	9,3333E-04	6,0945E-04
260	143	14,71299	9,5333E-04	6,3788E-04
270	150	15,27887	1,0000E-03	6,6763E-04
280	155	15,84476	1,0333E-03	6,9877E-04
290	160	16,41064	1,0667E-03	7,3136E-04
300	170	16,97653	1,1333E-03	7,6547E-04
310	175	17,54241	1,1667E-03	8,0118E-04
320	180	18,10829	1,2000E-03	8,3855E-04
330	190	18,67418	1,2667E-03	8,7766E-04
340	195	19,24006	1,3000E-03	9,1860E-04
350	200	19,80595	1,3333E-03	9,6144E-04
360	205	20,37183	1,3667E-03	1,0063E-03
370	215	20,93772	1,4333E-03	1,0532E-03
380	225	21,50360	1,5000E-03	1,1023E-03
390	230	22,06948	1,5333E-03	1,1538E-03
400	239	22,63537	1,5933E-03	1,2076E-03
410	245	23,20125	1,6333E-03	1,2639E-03
420	251	23,76714	1,6733E-03	1,3229E-03
430	259	24,33302	1,7267E-03	1,3846E-03
440	265	24,89890	1,7667E-03	1,4491E-03
450	270	25,46479	1,8000E-03	1,5167E-03
460	275	26,03067	1,8333E-03	1,5875E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,413lnx+106,04)
470	281	26,59656	1,8733E-03	1,6615E-03
480	290	27,16244	1,9333E-03	1,7390E-03
490	300	27,72833	2,0000E-03	1,8201E-03
500	307	28,29421	2,0467E-03	1,9050E-03
510	315	28,86009	2,1000E-03	1,9939E-03
520	325	29,42598	2,1667E-03	2,0869E-03
530	330	29,99186	2,2000E-03	2,1842E-03
540	340	30,55775	2,2667E-03	2,2861E-03
550	345	31,12363	2,3000E-03	2,3927E-03
560	360	31,68952	2,4000E-03	2,5043E-03
570	370	32,25540	2,4667E-03	2,6212E-03
580	375	32,82128	2,5000E-03	2,7434E-03
590	380	33,38717	2,5333E-03	2,8714E-03
600	390	33,95305	2,6000E-03	3,0053E-03
610	395	34,51894	2,6333E-03	3,1455E-03
620	405	35,08482	2,7000E-03	3,2922E-03
630	410	35,65070	2,7333E-03	3,4458E-03
640	420	36,21659	2,8000E-03	3,6065E-03
650	430	36,78247	2,8667E-03	3,7747E-03
660	440	37,34836	2,9333E-03	3,9508E-03
670	450	37,91424	3,0000E-03	4,1350E-03
680	465	38,48013	3,1000E-03	4,3279E-03
690	480	39,04601	3,2000E-03	4,5298E-03
700	490	39,61189	3,2667E-03	4,7411E-03
710	500	40,17778	3,3333E-03	4,9622E-03
720	510	40,74366	3,4000E-03	5,1936E-03
730	525	41,30955	3,5000E-03	5,4359E-03
740	540	41,87543	3,6000E-03	5,6894E-03
750	555	42,44131	3,7000E-03	5,9548E-03
760	570	43,00720	3,8000E-03	6,2326E-03
770	595	43,57308	3,9667E-03	6,5233E-03
780	615	44,13897	4,1000E-03	6,8275E-03
790	635	44,70485	4,2333E-03	7,1460E-03
800	655	45,27074	4,3667E-03	7,4793E-03
810	690	45,83662	4,6000E-03	7,8282E-03

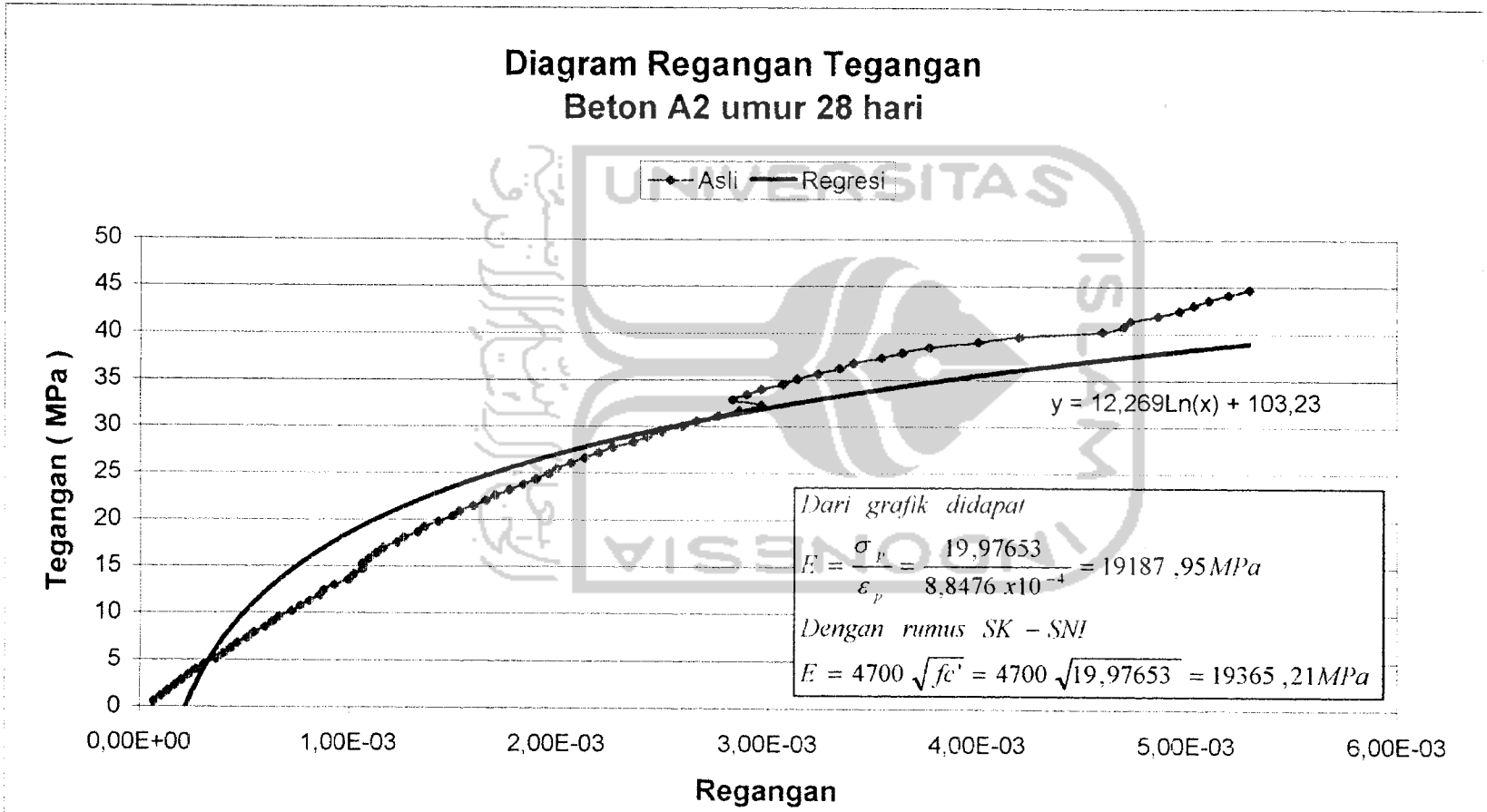

Diagram Regangan Tegangan
Beton A1 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 12,413Ln(x) + 106,04
Dari grafik didapat
σ_t = 19,80595
$E = \frac{\sigma_t}{\varepsilon_t} = \frac{19,80595}{9,6144 \times 10^{-4}} = 20600,24\,MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{19,80595} = 20916,82\,MPa$
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
5,00E-03

Nama benda uji : **A2**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,2 cm
Tinggi beton : 30,7 cm
Berat beton : 13,1 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,269lnx+103,23)
10	10	0,56588	6,6667E-05	2,3223E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	2,4320E-04
30	20	1,69765	1,3333E-04	2,5468E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	2,6670E-04
50	30	2,82942	2,0000E-04	2,7929E-04
60	35	3,39531	2,3333E-04	2,9247E-04
70	40	3,96119	2,6667E-04	3,0628E-04
80	46	4,52707	3,0667E-04	3,2073E-04
90	55	5,09296	3,6667E-04	3,3587E-04
100	60	5,65884	4,0000E-04	3,5173E-04
110	65	6,22473	4,3333E-04	3,6833E-04
120	70	6,79061	4,6667E-04	3,8572E-04
130	77	7,35649	5,1333E-04	4,0392E-04
140	82	7,92238	5,4667E-04	4,2299E-04
150	90	8,48826	6,0000E-04	4,4296E-04
160	95	9,05415	6,3333E-04	4,6386E-04
170	100	9,62003	6,6667E-04	4,8576E-04
180	109	10,18592	7,2667E-04	5,0869E-04
190	115	10,75180	7,6667E-04	5,3270E-04
200	122	11,31768	8,1333E-04	5,5785E-04
210	129	11,88357	8,6000E-04	5,8418E-04
220	132	12,44945	8,8000E-04	6,1175E-04
230	140	13,01534	9,3333E-04	6,4063E-04
240	150	13,58122	1,0000E-03	6,7087E-04
250	154	14,14710	1,0267E-03	7,0254E-04
260	160	14,71299	1,0667E-03	7,3570E-04
270	160	15,27887	1,0667E-03	7,7043E-04
280	165	15,84476	1,1000E-03	8,0679E-04
290	170	16,41064	1,1333E-03	8,4488E-04
300	175	16,97653	1,1667E-03	8,8476E-04
310	185	17,54241	1,2333E-03	9,2652E-04
320	190	18,10829	1,2667E-03	9,7026E-04
330	200	18,67418	1,3333E-03	1,0161E-03
340	205	19,24006	1,3667E-03	1,0640E-03
350	215	19,80595	1,4333E-03	1,1142E-03
360	225	20,37183	1,5000E-03	1,1668E-03
370	230	20,93772	1,5333E-03	1,2219E-03
380	240	21,50360	1,6000E-03	1,2796E-03
390	249	22,06948	1,6600E-03	1,3400E-03
400	256	22,63537	1,7067E-03	1,4032E-03
410	266	23,20125	1,7733E-03	1,4695E-03
420	276	23,76714	1,8400E-03	1,5389E-03
430	285	24,33302	1,9000E-03	1,6115E-03
440	294	24,89890	1,9600E-03	1,6876E-03
450	300	25,46479	2,0000E-03	1,7672E-03
460	310	26,03067	2,0667E-03	1,8506E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,269lnx+103,23)
470	320	26,59656	2,1333E-03	1,9380E-03
480	330	27,16244	2,2000E-03	2,0295E-03
490	340	27,72833	2,2667E-03	2,1253E-03
500	355	28,29421	2,3667E-03	2,2256E-03
510	365	28,86009	2,4333E-03	2,3306E-03
520	375	29,42598	2,5000E-03	2,4407E-03
530	390	29,99186	2,6000E-03	2,5559E-03
540	400	30,55775	2,6667E-03	2,6765E-03
550	415	31,12363	2,7667E-03	2,8028E-03
560	430	31,68952	2,8667E-03	2,9352E-03
570	445	32,25540	2,9667E-03	3,0737E-03
580	425	32,82128	2,8333E-03	3,2188E-03
590	435	33,38717	2,9000E-03	3,3707E-03
600	445	33,95305	2,9667E-03	3,5298E-03
610	460	34,51894	3,0667E-03	3,6965E-03
620	470	35,08482	3,1333E-03	3,8709E-03
630	485	35,65070	3,2333E-03	4,0537E-03
640	500	36,21659	3,3333E-03	4,2450E-03
650	510	36,78247	3,4000E-03	4,4454E-03
660	530	37,34836	3,5333E-03	4,6552E-03
670	545	37,91424	3,6333E-03	4,8750E-03
680	565	38,48013	3,7667E-03	5,1051E-03
690	600	39,04601	4,0000E-03	5,3461E-03
700	630	39,61189	4,2000E-03	5,5984E-03
710	690	40,17778	4,6000E-03	5,8627E-03
720	705	40,74366	4,7000E-03	6,1394E-03
730	710	41,30955	4,7333E-03	6,4292E-03
740	730	41,87543	4,8667E-03	6,7327E-03
750	745	42,44131	4,9667E-03	7,0505E-03
760	755	43,00720	5,0333E-03	7,3833E-03
770	766	43,57308	5,1067E-03	7,7318E-03
780	780	44,13897	5,2000E-03	8,0968E-03
790	795	44,70485	5,3000E-03	8,4790E-03

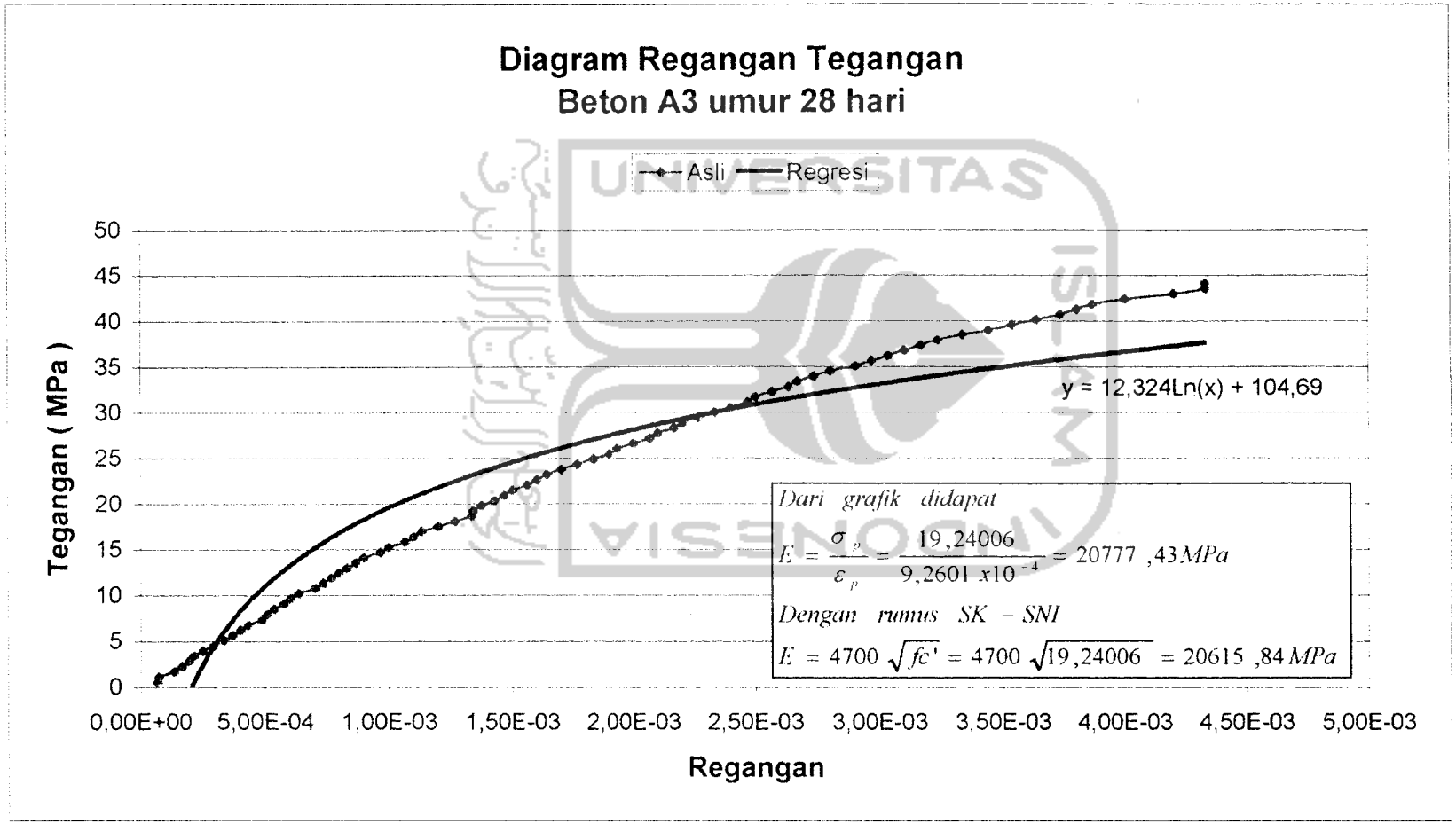

Diagram Regangan Tegangan
Beton A2 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 12,269Ln(x) + 103,23
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{19,97653}{8,8476\ x10^{-4}} = 19187,95 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{19,97653} = 19365,21 MPa$

Nama benda uji : **A3**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,5 cm
Berat beton : 12,975 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,324lnx+104,69)
10	10	0,56588	6,6667E-05	2,0123E-04
20	11	1,13177	7,3333E-05	2,1076E-04
30	20	1,69765	1,3333E-04	2,2074E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	2,3119E-04
50	29	2,82942	1,9333E-04	2,4213E-04
60	32	3,39531	2,1333E-04	2,5360E-04
70	37	3,96119	2,4667E-04	2,6560E-04
80	44	4,52707	2,9333E-04	2,7818E-04
90	50	5,09296	3,3333E-04	2,9134E-04
100	55	5,65884	3,6667E-04	3,0514E-04
110	60	6,22473	4,0000E-04	3,1958E-04
120	65	6,79061	4,3333E-04	3,3471E-04
130	73	7,35649	4,8667E-04	3,5056E-04
140	76	7,92238	5,0667E-04	3,6715E-04
150	80	8,48826	5,3333E-04	3,8454E-04
160	86	9,05415	5,7333E-04	4,0274E-04
170	90	9,62003	6,0000E-04	4,2181E-04
180	95	10,18592	6,3333E-04	4,4178E-04
190	105	10,75180	7,0000E-04	4,6269E-04
200	110	11,31768	7,3333E-04	4,8459E-04
210	115	11,88357	7,6667E-04	5,0754E-04
220	120	12,44945	8,0000E-04	5,3156E-04
230	125	13,01534	8,3333E-04	5,5673E-04
240	130	13,58122	8,6667E-04	5,8308E-04
250	135	14,14710	9,0000E-04	6,1069E-04
260	145	14,71299	9,6667E-04	6,3960E-04
270	150	15,27887	1,0000E-03	6,6988E-04
280	160	15,84476	1,0667E-03	7,0159E-04
290	165	16,41064	1,1000E-03	7,3481E-04
300	170	16,97653	1,1333E-03	7,6959E-04
310	180	17,54241	1,2000E-03	8,0603E-04
320	190	18,10829	1,2667E-03	8,4419E-04
330	200	18,67418	1,3333E-03	8,8415E-04
340	201	19,24006	1,3400E-03	9,2601E-04
350	206	19,80595	1,3733E-03	9,6985E-04
360	214	20,37183	1,4267E-03	1,0158E-03
370	220	20,93772	1,4667E-03	1,0638E-03
380	225	21,50360	1,5000E-03	1,1142E-03
390	234	22,06948	1,5600E-03	1,1670E-03
400	240	22,63537	1,6000E-03	1,2222E-03
410	246	23,20125	1,6400E-03	1,2801E-03
420	255	23,76714	1,7000E-03	1,3407E-03
430	265	24,33302	1,7667E-03	1,4041E-03
440	275	24,89890	1,8333E-03	1,4706E-03
450	285	25,46479	1,9000E-03	1,5402E-03
460	290	26,03067	1,9333E-03	1,6131E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,324lnx+104,69)
470	300	26,59656	2,0000E-03	1,6895E-03
480	310	27,16244	2,0667E-03	1,7695E-03
490	315	27,72833	2,1000E-03	1,8533E-03
500	325	28,29421	2,1667E-03	1,9410E-03
510	330	28,86009	2,2000E-03	2,0329E-03
520	340	29,42598	2,2667E-03	2,1291E-03
530	350	29,99186	2,3333E-03	2,2299E-03
540	360	30,55775	2,4000E-03	2,3355E-03
550	370	31,12363	2,4667E-03	2,4461E-03
560	375	31,68952	2,5000E-03	2,5619E-03
570	385	32,25540	2,5667E-03	2,6832E-03
580	395	32,82128	2,6333E-03	2,8102E-03
590	400	33,38717	2,6667E-03	2,9432E-03
600	410	33,95305	2,7333E-03	3,0826E-03
610	420	34,51894	2,8000E-03	3,2285E-03
620	435	35,08482	2,9000E-03	3,3813E-03
630	445	35,65070	2,9667E-03	3,5414E-03
640	455	36,21659	3,0333E-03	3,7091E-03
650	465	36,78247	3,1000E-03	3,8847E-03
660	475	37,34836	3,1667E-03	4,0686E-03
670	485	37,91424	3,2333E-03	4,2612E-03
680	500	38,48013	3,3333E-03	4,4629E-03
690	516	39,04601	3,4400E-03	4,6742E-03
700	530	39,61189	3,5333E-03	4,8955E-03
710	545	40,17778	3,6333E-03	5,1272E-03
720	560	40,74366	3,7333E-03	5,3700E-03
730	570	41,30955	3,8000E-03	5,6242E-03
740	580	41,87543	3,8667E-03	5,8904E-03
750	600	42,44131	4,0000E-03	6,1693E-03
760	630	43,00720	4,2000E-03	6,4614E-03
770	650	43,57308	4,3333E-03	6,7672E-03
780	650	44,13897	4,3333E-03	7,0876E-03

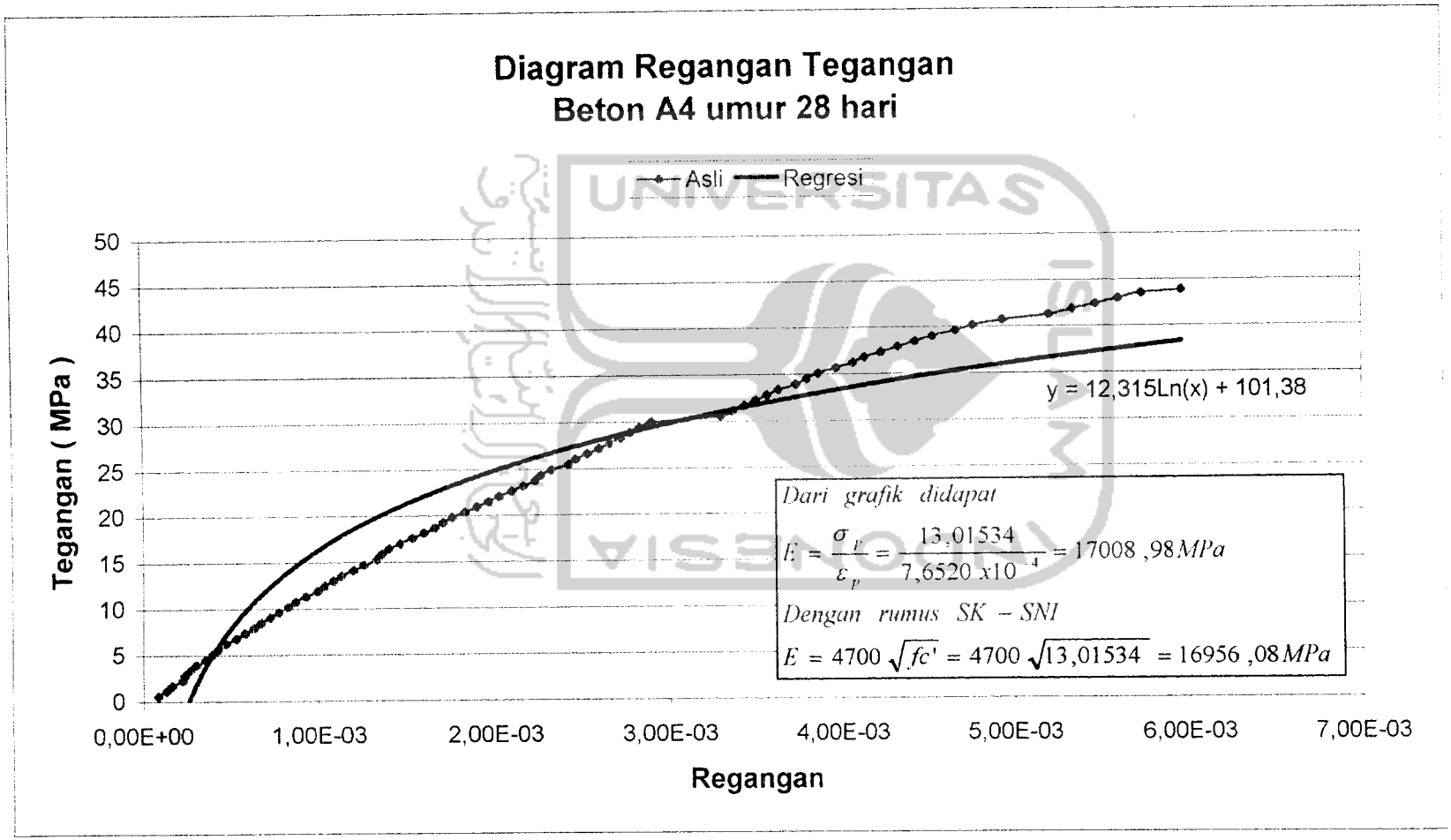

Diagram Regangan Tegangan
Beton A3 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 12,324Ln(x) + 104,69
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
5,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{19,24006}{9,2601\ x10^{-4}} = 20777\ ,43 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{19,24006} = 20615\ ,84 MPa$

Nama benda uji : **A4**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,2 cm
Tinggi beton : 30,3 cm
Berat beton : 12,985 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,315lnx+101,38)
10	13	0,56588	8,6667E-05	2,7845E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,9154E-04
30	25	1,69765	1,6667E-04	3,0525E-04
40	34	2,26354	2,2667E-04	3,1960E-04
50	36	2,82942	2,4000E-04	3,3463E-04
60	41	3,39531	2,7333E-04	3,5037E-04
70	46	3,96119	3,0667E-04	3,6684E-04
80	54	4,52707	3,6000E-04	3,8409E-04
90	60	5,09296	4,0000E-04	4,0215E-04
100	65	5,65884	4,3333E-04	4,2106E-04
110	71	6,22473	4,7333E-04	4,4086E-04
120	80	6,79061	5,3333E-04	4,6159E-04
130	87	7,35649	5,8000E-04	4,8330E-04
140	95	7,92238	6,3333E-04	5,0602E-04
150	101	8,48826	6,7333E-04	5,2982E-04
160	109	9,05415	7,2667E-04	5,5473E-04
170	116	9,62003	7,7333E-04	5,8082E-04
180	124	10,18592	8,2667E-04	6,0813E-04
190	130	10,75180	8,6667E-04	6,3673E-04
200	139	11,31768	9,2667E-04	6,6667E-04
210	149	11,88357	9,9333E-04	6,9801E-04
220	155	12,44945	1,0333E-03	7,3084E-04
230	163	13,01534	1,0867E-03	7,6520E-04
240	170	13,58122	1,1333E-03	8,0119E-04
250	180	14,14710	1,2000E-03	8,3886E-04
260	189	14,71299	1,2600E-03	8,7831E-04
270	200	15,27887	1,3333E-03	9,1961E-04
280	204	15,84476	1,3600E-03	9,6285E-04
290	210	16,41064	1,4000E-03	1,0081E-03
300	220	16,97653	1,4667E-03	1,0555E-03
310	230	17,54241	1,5333E-03	1,1052E-03
320	240	18,10829	1,6000E-03	1,1571E-03
330	249	18,67418	1,6600E-03	1,2115E-03
340	256	19,24006	1,7067E-03	1,2685E-03
350	264	19,80595	1,7600E-03	1,3282E-03
360	275	20,37183	1,8333E-03	1,3906E-03
370	285	20,93772	1,9000E-03	1,4560E-03
380	295	21,50360	1,9667E-03	1,5245E-03
390	304	22,06948	2,0267E-03	1,5962E-03
400	315	22,63537	2,1000E-03	1,6712E-03
410	325	23,20125	2,1667E-03	1,7498E-03
420	335	23,76714	2,2333E-03	1,8321E-03
430	340	24,33302	2,2667E-03	1,9182E-03
440	349	24,89890	2,3267E-03	2,0084E-03
450	364	25,46479	2,4267E-03	2,1029E-03
460	370	26,03067	2,4667E-03	2,2018E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,315lnx+101,38)
470	380	26,59656	2,5333E-03	2,3053E-03
480	390	27,16244	2,6000E-03	2,4137E-03
490	400	27,72833	2,6667E-03	2,5272E-03
500	409	28,29421	2,7267E-03	2,6460E-03
510	417	28,86009	2,7800E-03	2,7704E-03
520	425	29,42598	2,8333E-03	2,9007E-03
530	435	29,99186	2,9000E-03	3,0371E-03
540	495	30,55775	3,3000E-03	3,1799E-03
550	505	31,12363	3,3667E-03	3,3295E-03
560	515	31,68952	3,4333E-03	3,4860E-03
570	525	32,25540	3,5000E-03	3,6500E-03
580	535	32,82128	3,5667E-03	3,8216E-03
590	545	33,38717	3,6333E-03	4,0013E-03
600	560	33,95305	3,7333E-03	4,1894E-03
610	570	34,51894	3,8000E-03	4,3864E-03
620	580	35,08482	3,8667E-03	4,5927E-03
630	595	35,65070	3,9667E-03	4,8087E-03
640	610	36,21659	4,0667E-03	5,0348E-03
650	620	36,78247	4,1333E-03	5,2715E-03
660	635	37,34836	4,2333E-03	5,5194E-03
670	650	37,91424	4,3333E-03	5,7790E-03
680	665	38,48013	4,4333E-03	6,0507E-03
690	680	39,04601	4,5333E-03	6,3352E-03
700	700	39,61189	4,6667E-03	6,6331E-03
710	715	40,17778	4,7667E-03	6,9450E-03
720	740	40,74366	4,9333E-03	7,2716E-03
730	780	41,30955	5,2000E-03	7,6135E-03
740	800	41,87543	5,3333E-03	7,9715E-03
750	820	42,44131	5,4667E-03	8,3464E-03
760	840	43,00720	5,6000E-03	8,7389E-03
770	860	43,57308	5,7333E-03	9,1498E-03
775	895	43,85603	5,9667E-03	9,3624E-03

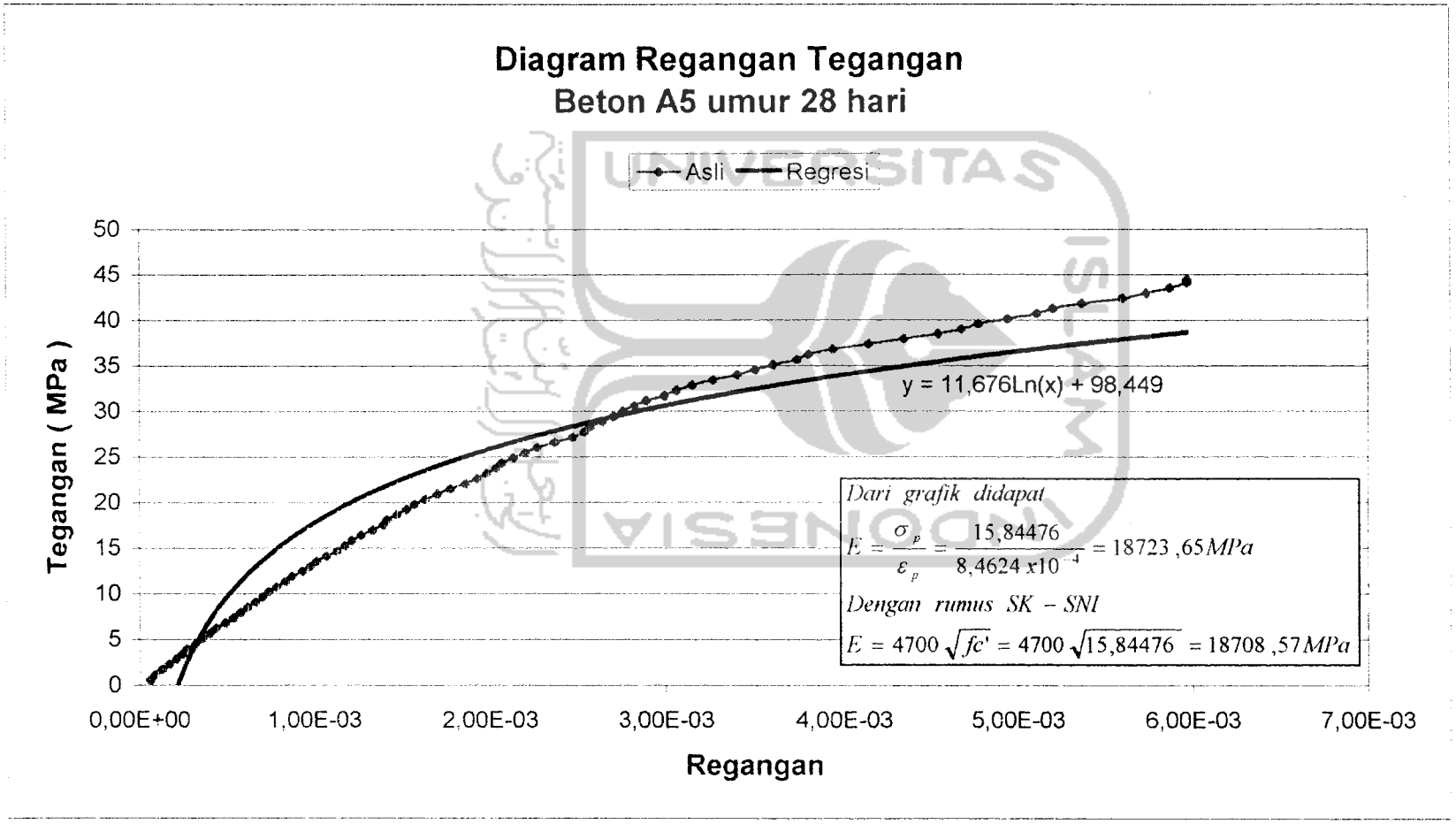

Diagram Regangan Tegangan
Beton A4 umur 28 hari
Asli
Regresi
Tegangan (MPa)
Regangan
y = 12,315Ln(x) + 101,38
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03
7,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{13,01534}{7,6520\ x10^{-4}} = 17008,98 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{13,01534} = 16956,08 MPa$

Nama benda uji : **A5**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,4 cm
Berat beton : 13 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=11,676lnx+98,449)
10	9	0,56588	6,0000E-05	2,2866E-04
20	13	1,13177	8,6667E-05	2,4001E-04
30	19	1,69765	1,2667E-04	2,5193E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	2,6444E-04
50	31	2,82942	2,0667E-04	2,7758E-04
60	36	3,39531	2,4000E-04	2,9136E-04
70	40	3,96119	2,6667E-04	3,0583E-04
80	48	4,52707	3,2000E-04	3,2102E-04
90	54	5,09296	3,6000E-04	3,3696E-04
100	60	5,65884	4,0000E-04	3,5369E-04
110	65	6,22473	4,3333E-04	3,7126E-04
120	73	6,79061	4,8667E-04	3,8969E-04
130	80	7,35649	5,3333E-04	4,0904E-04
140	86	7,92238	5,7333E-04	4,2936E-04
150	92	8,48826	6,1333E-04	4,5068E-04
160	99	9,05415	6,6000E-04	4,7306E-04
170	105	9,62003	7,0000E-04	4,9655E-04
180	110	10,18592	7,3333E-04	5,2121E-04
190	117	10,75180	7,8000E-04	5,4709E-04
200	124	11,31768	8,2667E-04	5,7426E-04
210	130	11,88357	8,6667E-04	6,0278E-04
220	139	12,44945	9,2667E-04	6,3271E-04
230	146	13,01534	9,7333E-04	6,6413E-04
240	151	13,58122	1,0067E-03	6,9711E-04
250	160	14,14710	1,0667E-03	7,3173E-04
260	169	14,71299	1,1267E-03	7,6807E-04
270	176	15,27887	1,1733E-03	8,0621E-04
280	182	15,84476	1,2133E-03	8,4624E-04
290	190	16,41064	1,2667E-03	8,8827E-04
300	200	16,97653	1,3333E-03	9,3238E-04
310	209	17,54241	1,3933E-03	9,7868E-04
320	212	18,10829	1,4133E-03	1,0273E-03
330	221	18,67418	1,4733E-03	1,0783E-03
340	229	19,24006	1,5267E-03	1,1318E-03
350	236	19,80595	1,5733E-03	1,1880E-03
360	245	20,37183	1,6333E-03	1,2470E-03
370	255	20,93772	1,7000E-03	1,3090E-03
380	266	21,50360	1,7733E-03	1,3740E-03
390	279	22,06948	1,8600E-03	1,4422E-03
400	289	22,63537	1,9267E-03	1,5138E-03
410	297	23,20125	1,9800E-03	1,5890E-03
420	305	23,76714	2,0333E-03	1,6679E-03
430	310	24,33302	2,0667E-03	1,7507E-03
440	320	24,89890	2,1333E-03	1,8377E-03
450	330	25,46479	2,2000E-03	1,9289E-03
460	340	26,03067	2,2667E-03	2,0247E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=11,676lnx+98,449)
470	355	26,59656	2,3667E-03	2,1253E-03
480	370	27,16244	2,4667E-03	2,2308E-03
490	380	27,72833	2,5333E-03	2,3416E-03
500	385	28,29421	2,5667E-03	2,4579E-03
510	395	28,86009	2,6333E-03	2,5799E-03
520	405	29,42598	2,7000E-03	2,7080E-03
530	413	29,99186	2,7533E-03	2,8425E-03
540	423	30,55775	2,8200E-03	2,9837E-03
550	433	31,12363	2,8867E-03	3,1318E-03
560	449	31,68952	2,9933E-03	3,2874E-03
570	459	32,25540	3,0600E-03	3,4506E-03
580	472	32,82128	3,1467E-03	3,6220E-03
590	490	33,38717	3,2667E-03	3,8018E-03
600	510	33,95305	3,4000E-03	3,9906E-03
610	525	34,51894	3,5000E-03	4,1888E-03
620	540	35,08482	3,6000E-03	4,3968E-03
630	560	35,65070	3,7333E-03	4,6152E-03
640	570	36,21659	3,8000E-03	4,8443E-03
650	590	36,78247	3,9333E-03	5,0849E-03
660	620	37,34836	4,1333E-03	5,3374E-03
670	650	37,91424	4,3333E-03	5,6025E-03
680	680	38,48013	4,5333E-03	5,8807E-03
690	700	39,04601	4,6667E-03	6,1727E-03
700	715	39,61189	4,7667E-03	6,4793E-03
710	740	40,17778	4,9333E-03	6,8010E-03
720	766	40,74366	5,1067E-03	7,1387E-03
730	780	41,30955	5,2000E-03	7,4933E-03
740	805	41,87543	5,3667E-03	7,8654E-03
750	840	42,44131	5,6000E-03	8,2559E-03
760	860	43,00720	5,7333E-03	8,6659E-03
770	880	43,57308	5,8667E-03	9,0963E-03
780	895	44,13897	5,9667E-03	9,5480E-03
785	895	44,42191	5,9667E-03	9,7822E-03

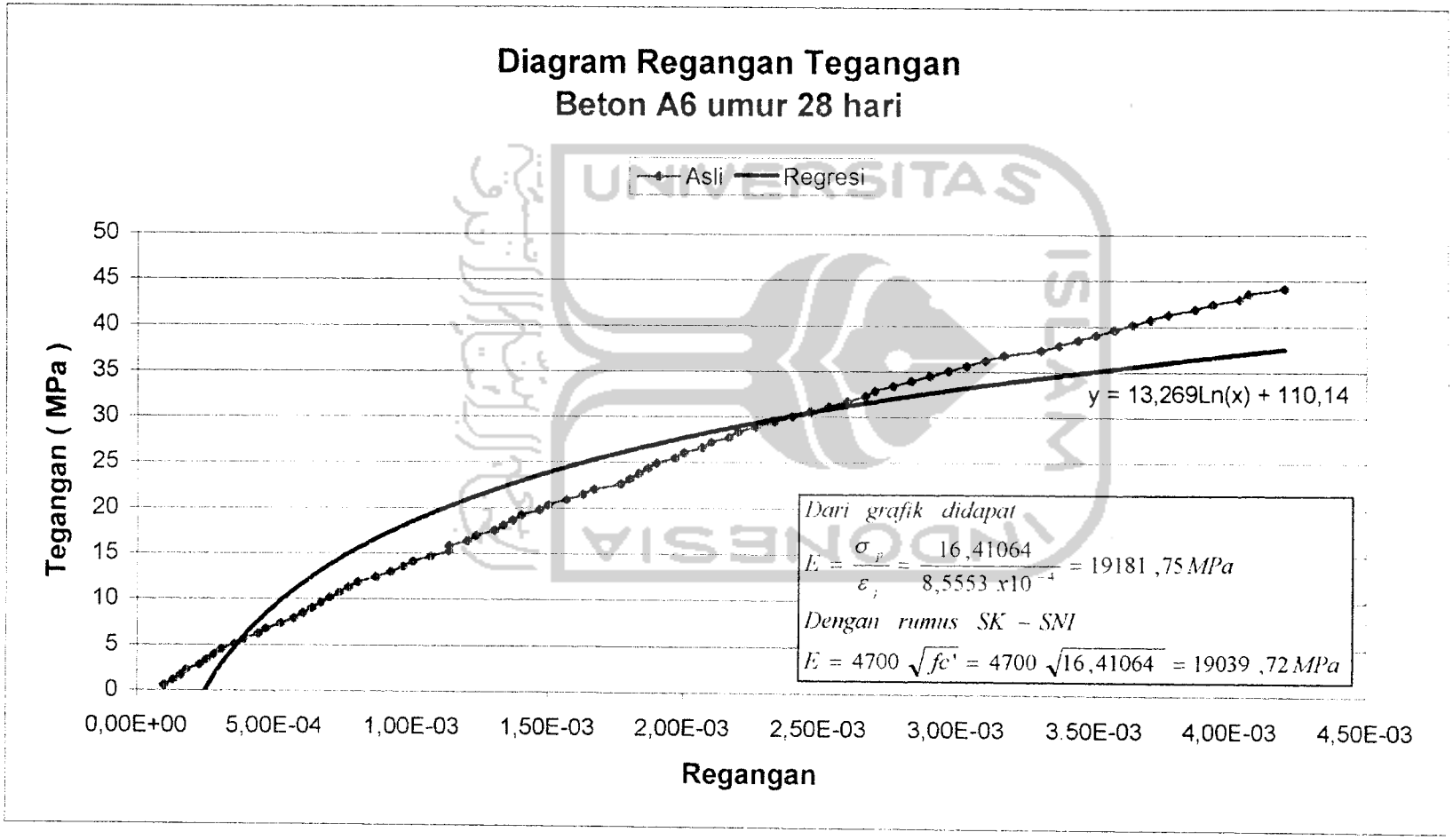

Diagram Regangan Tegangan
Beton A5 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 11,676Ln(x) + 98,449
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03
7,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{15,84476}{8,4624 \times 10^{-4}} = 18723,65 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{15,84476} = 18708,57 MPa$

Nama benda uji : **A6**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan kerikil
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 12,895 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=13,269lnx+110,14)
10	15	0,56588	1,0000E-04	2,5920E-04
20	20	1,13177	1,3333E-04	2,7050E-04
30	24	1,69765	1,6000E-04	2,8228E-04
40	27	2,26354	1,8000E-04	2,9458E-04
50	34	2,82942	2,2667E-04	3,0741E-04
60	38	3,39531	2,5333E-04	3,2081E-04
70	42	3,96119	2,8000E-04	3,3479E-04
80	46	4,52707	3,0667E-04	3,4937E-04
90	53	5,09296	3,5333E-04	3,6459E-04
100	58	5,65884	3,8667E-04	3,8048E-04
110	66	6,22473	4,4000E-04	3,9706E-04
120	70	6,79061	4,6667E-04	4,1436E-04
130	78	7,35649	5,2000E-04	4,3241E-04
140	85	7,92238	5,6667E-04	4,5125E-04
150	90	8,48826	6,0000E-04	4,7091E-04
160	95	9,05415	6,3333E-04	4,9143E-04
170	100	9,62003	6,6667E-04	5,1284E-04
180	105	10,18592	7,0000E-04	5,3518E-04
190	110	10,75180	7,3333E-04	5,5850E-04
200	115	11,31768	7,6667E-04	5,8283E-04
210	120	11,88357	8,0000E-04	6,0823E-04
220	130	12,44945	8,6667E-04	6,3473E-04
230	138	13,01534	9,2000E-04	6,6238E-04
240	145	13,58122	9,6667E-04	6,9124E-04
250	150	14,14710	1,0000E-03	7,2136E-04
260	160	14,71299	1,0667E-03	7,5279E-04
270	170	15,27887	1,1333E-03	7,8559E-04
280	170	15,84476	1,1333E-03	8,1982E-04
290	180	16,41064	1,2000E-03	8,5553E-04
300	185	16,97653	1,2333E-03	8,9281E-04
310	195	17,54241	1,3000E-03	9,3171E-04
320	200	18,10829	1,3333E-03	9,7230E-04
330	205	18,67418	1,3667E-03	1,0147E-03
340	210	19,24006	1,4000E-03	1,0589E-03
350	220	19,80595	1,4667E-03	1,1050E-03
360	225	20,37183	1,5000E-03	1,1532E-03
370	235	20,93772	1,5667E-03	1,2034E-03
380	244	21,50360	1,6267E-03	1,2558E-03
390	250	22,06948	1,6667E-03	1,3105E-03
400	265	22,63537	1,7667E-03	1,3676E-03
410	270	23,20125	1,8000E-03	1,4272E-03
420	275	23,76714	1,8333E-03	1,4894E-03
430	280	24,33302	1,8667E-03	1,5543E-03
440	285	24,89890	1,9000E-03	1,6220E-03
450	295	25,46479	1,9667E-03	1,6927E-03
460	300	26,03067	2,0000E-03	1,7664E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=13,269lnx+110,14)
470	310	26,59656	2,0667E-03	1,8434E-03
480	315	27,16244	2,1000E-03	1,9237E-03
490	325	27,72833	2,1667E-03	2,0075E-03
500	330	28,29421	2,2000E-03	2,0950E-03
510	340	28,86009	2,2667E-03	2,1863E-03
520	350	29,42598	2,3333E-03	2,2815E-03
530	360	29,99186	2,4000E-03	2,3810E-03
540	370	30,55775	2,4667E-03	2,4847E-03
550	380	31,12363	2,5333E-03	2,5929E-03
560	390	31,68952	2,6000E-03	2,7059E-03
570	400	32,25540	2,6667E-03	2,8238E-03
580	405	32,82128	2,7000E-03	2,9468E-03
590	415	33,38717	2,7667E-03	3,0752E-03
600	425	33,95305	2,8333E-03	3,2092E-03
610	435	34,51894	2,9000E-03	3,3491E-03
620	445	35,08482	2,9667E-03	3,4950E-03
630	455	35,65070	3,0333E-03	3,6472E-03
640	465	36,21659	3,1000E-03	3,8062E-03
650	475	36,78247	3,1667E-03	3,9720E-03
660	495	37,34836	3,3000E-03	4,1450E-03
670	505	37,91424	3,3667E-03	4,3256E-03
680	515	38,48013	3,4333E-03	4,5141E-03
690	525	39,04601	3,5000E-03	4,7108E-03
700	535	39,61189	3,5667E-03	4,9160E-03
710	545	40,17778	3,6333E-03	5,1302E-03
720	555	40,74366	3,7000E-03	5,3537E-03
730	565	41,30955	3,7667E-03	5,5870E-03
740	580	41,87543	3,8667E-03	5,8304E-03
750	590	42,44131	3,9333E-03	6,0845E-03
760	605	43,00720	4,0333E-03	6,3495E-03
770	610	43,57308	4,0667E-03	6,6262E-03
780	630	44,13897	4,2000E-03	6,9149E-03

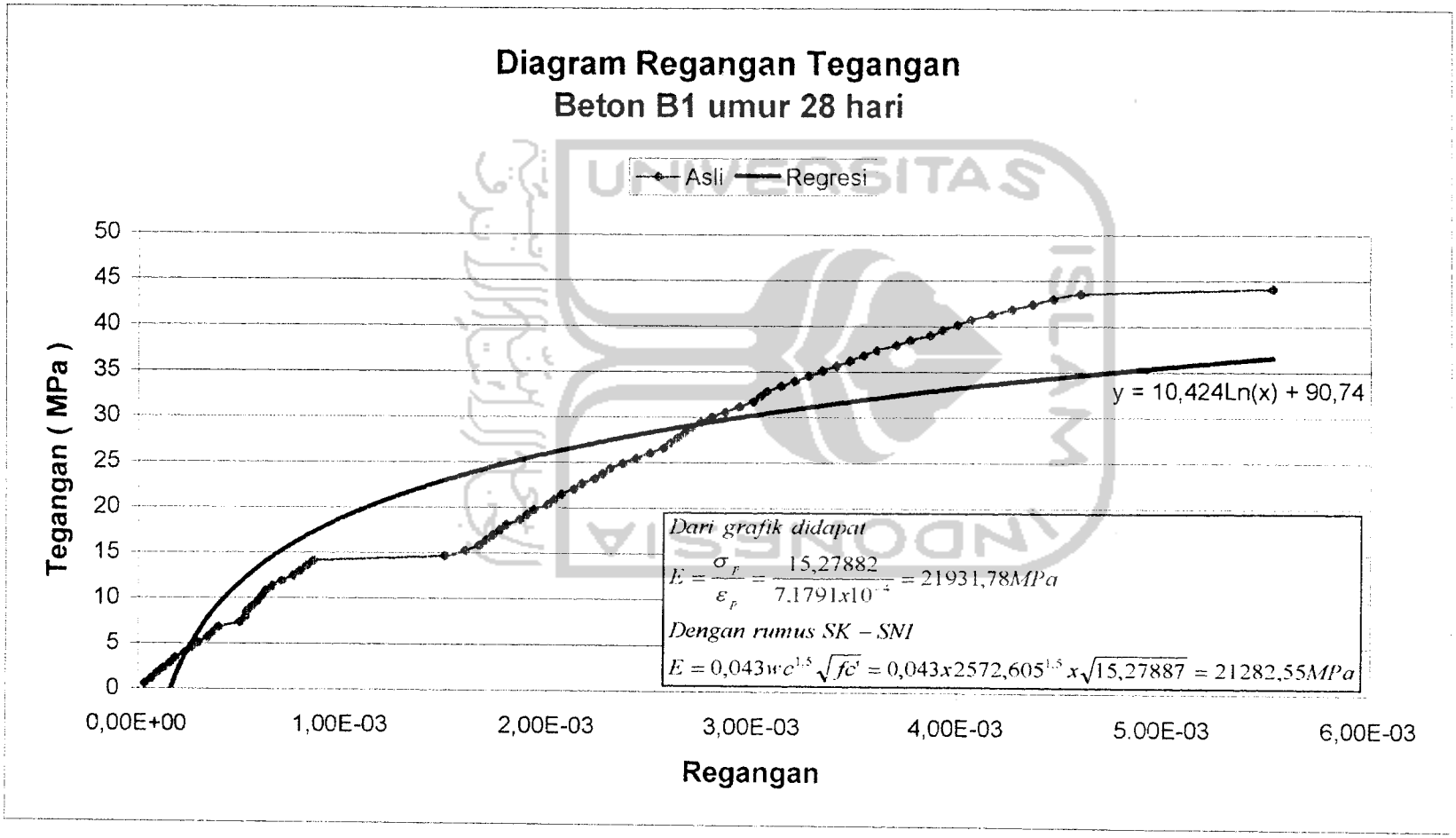

Diagram Regangan Tegangan
Beton A6 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 13,269Ln(x) + 110,14
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3.50E-03
4,00E-03
4,50E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_i} = \frac{16,41064}{8,5553 \times 10^{-4}} = 19181,75\,MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 4700\sqrt{fc'} = 4700\sqrt{16,41064} = 19039,72\,MPa$

Nama benda uji : B1
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,1 cm
Berat beton : 13,86 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,424lnx+90,74)
10	5	0,56588	3,3333E-05	1,7502E-04
20	10	1,13177	6,6667E-05	1,8478E-04
30	14	1,69765	9,3333E-05	1,9509E-04
40	19	2,26354	1,2667E-04	2,0597E-04
50	24	2,82942	1,6000E-04	2,1746E-04
60	28	3,39531	1,8667E-04	2,2960E-04
70	35	3,96119	2,3333E-04	2,4240E-04
80	40	4,52707	2,6667E-04	2,5593E-04
90	45	5,09296	3,0000E-04	2,7020E-04
100	52	5,65884	3,4667E-04	2,8528E-04
110	56	6,22473	3,7333E-04	3,0119E-04
120	60	6,79061	4,0000E-04	3,1800E-04
130	76	7,35649	5,0667E-04	3,3574E-04
140	80	7,92238	5,3333E-04	3,5447E-04
150	81	8,48826	5,4000E-04	3,7424E-04
160	85	9,05415	5,6667E-04	3,9512E-04
170	89	9,62003	5,9333E-04	4,1716E-04
180	92	10,18592	6,1333E-04	4,4043E-04
190	95	10,75180	6,3333E-04	4,6500E-04
200	100	11,31768	6,6667E-04	4,9095E-04
210	107	11,88357	7,1333E-04	5,1833E-04
220	115	12,44945	7,6667E-04	5,4725E-04
230	120	13,01534	8,0000E-04	5,7778E-04
240	125	13,58122	8,3333E-04	6,1001E-04
250	130	14,14710	8,6667E-04	6,4404E-04
260	225	14,71299	1,5000E-03	6,7997E-04
270	240	15,27887	1,6000E-03	7,1791E-04
280	250	15,84476	1,6667E-03	7,5796E-04
290	255	16,41064	1,7000E-03	8,0024E-04
300	260	16,97653	1,7333E-03	8,4488E-04
310	265	17,54241	1,7667E-03	8,9202E-04
320	270	18,10829	1,8000E-03	9,4178E-04
330	280	18,67418	1,8667E-03	9,9432E-04
340	285	19,24006	1,9000E-03	1,0498E-03
350	290	19,80595	1,9333E-03	1,1084E-03
360	300	20,37183	2,0000E-03	1,1702E-03
370	305	20,93772	2,0333E-03	1,2355E-03
380	310	21,50360	2,0667E-03	1,3044E-03
390	319	22,06948	2,1267E-03	1,3772E-03
400	325	22,63537	2,1667E-03	1,4540E-03
410	334	23,20125	2,2267E-03	1,5351E-03
420	340	23,76714	2,2667E-03	1,6207E-03
430	346	24,33302	2,3067E-03	1,7112E-03
440	355	24,89890	2,3667E-03	1,8066E-03
450	365	25,46479	2,4333E-03	1,9074E-03
460	375	26,03067	2,5000E-03	2,0138E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,424lnx+90,74)
470	385	26,59656	2,5667E-03	2,1262E-03
480	390	27,16244	2,6000E-03	2,2448E-03
490	395	27,72833	2,6333E-03	2,3700E-03
500	400	28,29421	2,6667E-03	2,5022E-03
510	405	28,86009	2,7000E-03	2,6418E-03
520	412	29,42598	2,7467E-03	2,7892E-03
530	420	29,99186	2,8000E-03	2,9448E-03
540	430	30,55775	2,8667E-03	3,1091E-03
550	440	31,12363	2,9333E-03	3,2825E-03
560	450	31,68952	3,0000E-03	3,4656E-03
570	455	32,25540	3,0333E-03	3,6590E-03
580	460	32,82128	3,0667E-03	3,8631E-03
590	470	33,38717	3,1333E-03	4,0786E-03
600	480	33,95305	3,2000E-03	4,3061E-03
610	490	34,51894	3,2667E-03	4,5464E-03
620	500	35,08482	3,3333E-03	4,8000E-03
630	510	35,65070	3,4000E-03	5,0678E-03
640	520	36,21659	3,4667E-03	5,3505E-03
650	530	36,78247	3,5333E-03	5,6490E-03
660	540	37,34836	3,6000E-03	5,9641E-03
670	555	37,91424	3,7000E-03	6,2969E-03
680	565	38,48013	3,7667E-03	6,6481E-03
690	580	39,04601	3,8667E-03	7,0190E-03
700	589	39,61189	3,9267E-03	7,4106E-03
710	600	40,17778	4,0000E-03	7,8240E-03
720	610	40,74366	4,0667E-03	8,2605E-03
730	625	41,30955	4,1667E-03	8,7213E-03
740	640	41,87543	4,2667E-03	9,2079E-03
750	655	42,44131	4,3667E-03	9,7215E-03
760	670	43,00720	4,4667E-03	1,0264E-02
770	690	43,57308	4,6000E-03	1,0836E-02
780	830	44,13897	5,5333E-03	1,1441E-02

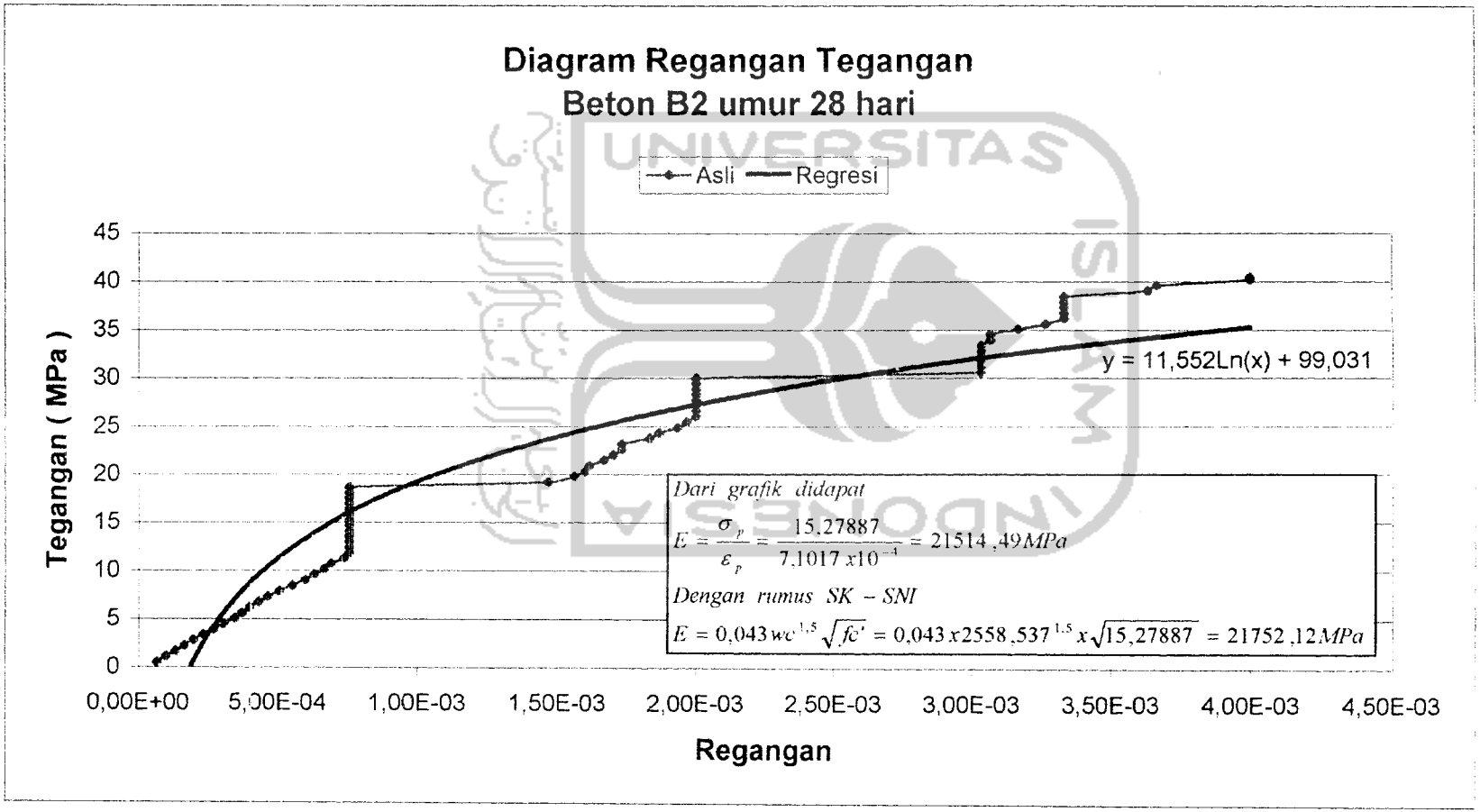

Diagram Regangan Tegangan
Beton B1 umur 28 hari
Asli
Regresi
Tegangan (MPa)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03
Regangan
y = 10,424Ln(x) + 90,74
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{15,27882}{7.1791x10^{-4}} = 21931,78MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043x2572,605^{1,5}x\sqrt{15,27887} = 21282,55MPa$

Nama benda uji : **B2**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 13,83 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=11,552lnx+99,031)
10	10	0,56588	6,6667E-05	1,9871E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	2,0869E-04
30	20	1,69765	1,3333E-04	2,1917E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	2,3017E-04
50	30	2,82942	2,0000E-04	2,4173E-04
60	35	3,39531	2,3333E-04	2,5386E-04
70	41	3,96119	2,7333E-04	2,6661E-04
80	46	4,52707	3,0667E-04	2,7999E-04
90	52	5,09296	3,4667E-04	2,9405E-04
100	56	5,65884	3,7333E-04	3,0881E-04
110	60	6,22473	4,0000E-04	3,2432E-04
120	65	6,79061	4,3333E-04	3,4060E-04
130	70	7,35649	4,6667E-04	3,5770E-04
140	76	7,92238	5,0667E-04	3,7566E-04
150	83	8,48826	5,5333E-04	3,9452E-04
160	90	9,05415	6,0000E-04	4,1433E-04
170	95	9,62003	6,3333E-04	4,3513E-04
180	100	10,18592	6,6667E-04	4,5697E-04
190	104	10,75180	6,9333E-04	4,7992E-04
200	111	11,31768	7,4000E-04	5,0401E-04
210	114	11,88357	7,6000E-04	5,2932E-04
220	114	12,44945	7,6000E-04	5,5589E-04
230	114	13,01534	7,6000E-04	5,8380E-04
240	114	13,58122	7,6000E-04	6,1311E-04
250	114	14,14710	7,6000E-04	6,4389E-04
260	114	14,71299	7,6000E-04	6,7622E-04
270	114	15,27887	7,6000E-04	7,1017E-04
280	114	15,84476	7,6000E-04	7,4582E-04
290	114	16,41064	7,6000E-04	7,8327E-04
300	114	16,97653	7,6000E-04	8,2259E-04
310	114	17,54241	7,6000E-04	8,6389E-04
320	114	18,10829	7,6000E-04	9,0726E-04
330	114	18,67418	7,6000E-04	9,5281E-04
340	220	19,24006	1,4667E-03	1,0006E-03
350	234	19,80595	1,5600E-03	1,0509E-03
360	240	20,37183	1,6000E-03	1,1036E-03
370	242	20,93772	1,6133E-03	1,1591E-03
380	250	21,50360	1,6667E-03	1,2172E-03
390	255	22,06948	1,7000E-03	1,2784E-03
400	260	22,63537	1,7333E-03	1,3425E-03
410	260	23,20125	1,7333E-03	1,4099E-03
420	275	23,76714	1,8333E-03	1,4807E-03
430	280	24,33302	1,8667E-03	1,5551E-03
440	290	24,89890	1,9333E-03	1,6331E-03
450	295	25,46479	1,9667E-03	1,7151E-03
460	300	26,03067	2,0000E-03	1,8012E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=11,552lnx+99,031)
470	300	26,59656	2,0000E-03	1,8917E-03
480	300	27,16244	2,0000E-03	1,9866E-03
490	300	27,72833	2,0000E-03	2,0864E-03
500	300	28,29421	2,0000E-03	2,1911E-03
510	300	28,86009	2,0000E-03	2,3011E-03
520	300	29,42598	2,0000E-03	2,4167E-03
530	300	29,99186	2,0000E-03	2,5380E-03
540	455	30,55775	3,0333E-03	2,6654E-03
550	455	31,12363	3,0333E-03	2,7992E-03
560	455	31,68952	3,0333E-03	2,9398E-03
570	455	32,25540	3,0333E-03	3,0874E-03
580	455	32,82128	3,0333E-03	3,2424E-03
590	455	33,38717	3,0333E-03	3,4052E-03
600	460	33,95305	3,0667E-03	3,5761E-03
610	460	34,51894	3,0667E-03	3,7557E-03
620	475	35,08482	3,1667E-03	3,9442E-03
630	490	35,65070	3,2667E-03	4,1422E-03
640	500	36,21659	3,3333E-03	4,3502E-03
650	500	36,78247	3,3333E-03	4,5686E-03
660	500	37,34836	3,3333E-03	4,7980E-03
670	500	37,91424	3,3333E-03	5,0388E-03
680	500	38,48013	3,3333E-03	5,2918E-03
690	545	39,04601	3,6333E-03	5,5575E-03
700	550	39,61189	3,6667E-03	5,8365E-03
710	600	40,17778	4,0000E-03	6,1295E-03
715	600	40,46072	4,0000E-03	6,2815E-03

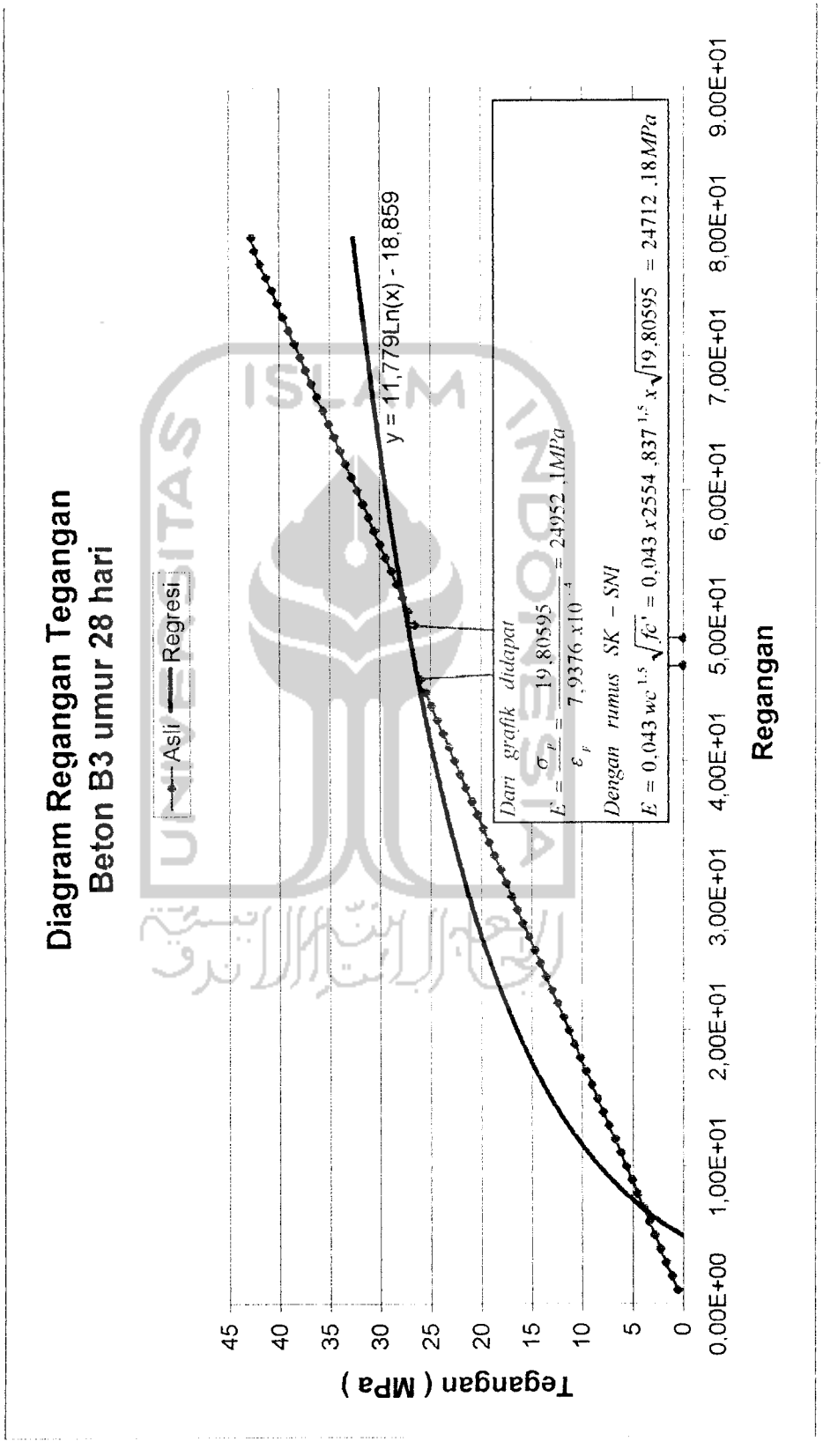

Diagram Regangan Tegangan
Beton B2 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 11,552Ln(x) + 99,031
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{15,27887}{7,1017\,x10^{-4}} = 21514,49MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\,wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043\,x2558,537^{1,5}\,x\sqrt{15,27887} = 21752,12MPa$

Nama benda uji : B3
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,2 cm
Berat beton : 13,81 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,409lnx+94,113)
10	5	0,56588	3,3333E-05	1,2501E-04
20	10	1,13177	6,6667E-05	1,3199E-04
30	10	1,69765	6,6667E-05	1,3937E-04
40	10	2,26354	6,6667E-05	1,4715E-04
50	12	2,82942	8,0000E-05	1,5537E-04
60	15	3,39531	1,0000E-04	1,6405E-04
70	22	3,96119	1,4667E-04	1,7322E-04
80	26	4,52707	1,7333E-04	1,8290E-04
90	32	5,09296	2,1333E-04	1,9312E-04
100	36	5,65884	2,4000E-04	2,0391E-04
110	41	6,22473	2,7333E-04	2,1530E-04
120	46	6,79061	3,0667E-04	2,2733E-04
130	50	7,35649	3,3333E-04	2,4003E-04
140	55	7,92238	3,6667E-04	2,5344E-04
150	60	8,48826	4,0000E-04	2,6760E-04
160	64	9,05415	4,2667E-04	2,8255E-04
170	70	9,62003	4,6667E-04	2,9833E-04
180	75	10,18592	5,0000E-04	3,1500E-04
190	82	10,75180	5,4667E-04	3,3260E-04
200	85	11,31768	5,6667E-04	3,5118E-04
210	90	11,88357	6,0000E-04	3,7080E-04
220	95	12,44945	6,3333E-04	3,9152E-04
230	100	13,01534	6,6667E-04	4,1339E-04
240	105	13,58122	7,0000E-04	4,3649E-04
250	110	14,14710	7,3333E-04	4,6088E-04
260	115	14,71299	7,6667E-04	4,8663E-04
270	125	15,27887	8,3333E-04	5,1381E-04
280	139	15,84476	9,2667E-04	5,4252E-04
290	135	16,41064	9,0000E-04	5,7283E-04
300	140	16,97653	9,3333E-04	6,0483E-04
310	145	17,54241	9,6667E-04	6,3863E-04
320	150	18,10829	1,0000E-03	6,7431E-04
330	160	18,67418	1,0667E-03	7,1198E-04
340	165	19,24006	1,1000E-03	7,5176E-04
350	170	19,80595	1,1333E-03	7,9376E-04
360	175	20,37183	1,1667E-03	8,3811E-04
370	184	20,93772	1,2267E-03	8,8493E-04
380	190	21,50360	1,2667E-03	9,3437E-04
390	200	22,06948	1,3333E-03	9,8657E-04
400	205	22,63537	1,3667E-03	1,0417E-03
410	210	23,20125	1,4000E-03	1,0999E-03
420	215	23,76714	1,4333E-03	1,1613E-03
430	226	24,33302	1,5067E-03	1,2262E-03
440	234	24,89890	1,5600E-03	1,2947E-03
450	240	25,46479	1,6000E-03	1,3671E-03
460	249	26,03067	1,6600E-03	1,4435E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,409lnx+94,113)
470	255	26,59656	1,7000E-03	1,5241E-03
480	260	27,16244	1,7333E-03	1,6092E-03
490	267	27,72833	1,7800E-03	1,6992E-03
500	274	28,29421	1,8267E-03	1,7941E-03
510	280	28,86009	1,8667E-03	1,8943E-03
520	286	29,42598	1,9067E-03	2,0002E-03
530	295	29,99186	1,9667E-03	2,1119E-03
540	304	30,55775	2,0267E-03	2,2299E-03
550	315	31,12363	2,1000E-03	2,3545E-03
560	322	31,68952	2,1467E-03	2,4860E-03
570	330	32,25540	2,2000E-03	2,6249E-03
580	340	32,82128	2,2667E-03	2,7716E-03
590	354	33,38717	2,3600E-03	2,9264E-03
600	365	33,95305	2,4333E-03	3,0899E-03
610	375	34,51894	2,5000E-03	3,2626E-03
620	380	35,08482	2,5333E-03	3,4448E-03
630	390	35,65070	2,6000E-03	3,6373E-03
640	395	36,21659	2,6333E-03	3,8405E-03
650	405	36,78247	2,7000E-03	4,0551E-03
660	415	37,34836	2,7667E-03	4,2816E-03
670	425	37,91424	2,8333E-03	4,5209E-03
680	435	38,48013	2,9000E-03	4,7734E-03
690	460	39,04601	3,0667E-03	5,0401E-03
700	490	39,61189	3,2667E-03	5,3217E-03
710	505	40,17778	3,3667E-03	5,6190E-03
720	520	40,74366	3,4667E-03	5,9330E-03
730	530	41,30955	3,5333E-03	6,2644E-03
740	540	41,87543	3,6000E-03	6,6144E-03
750	555	42,44131	3,7000E-03	6,9840E-03
755	570	42,72426	3,8000E-03	7,1764E-03

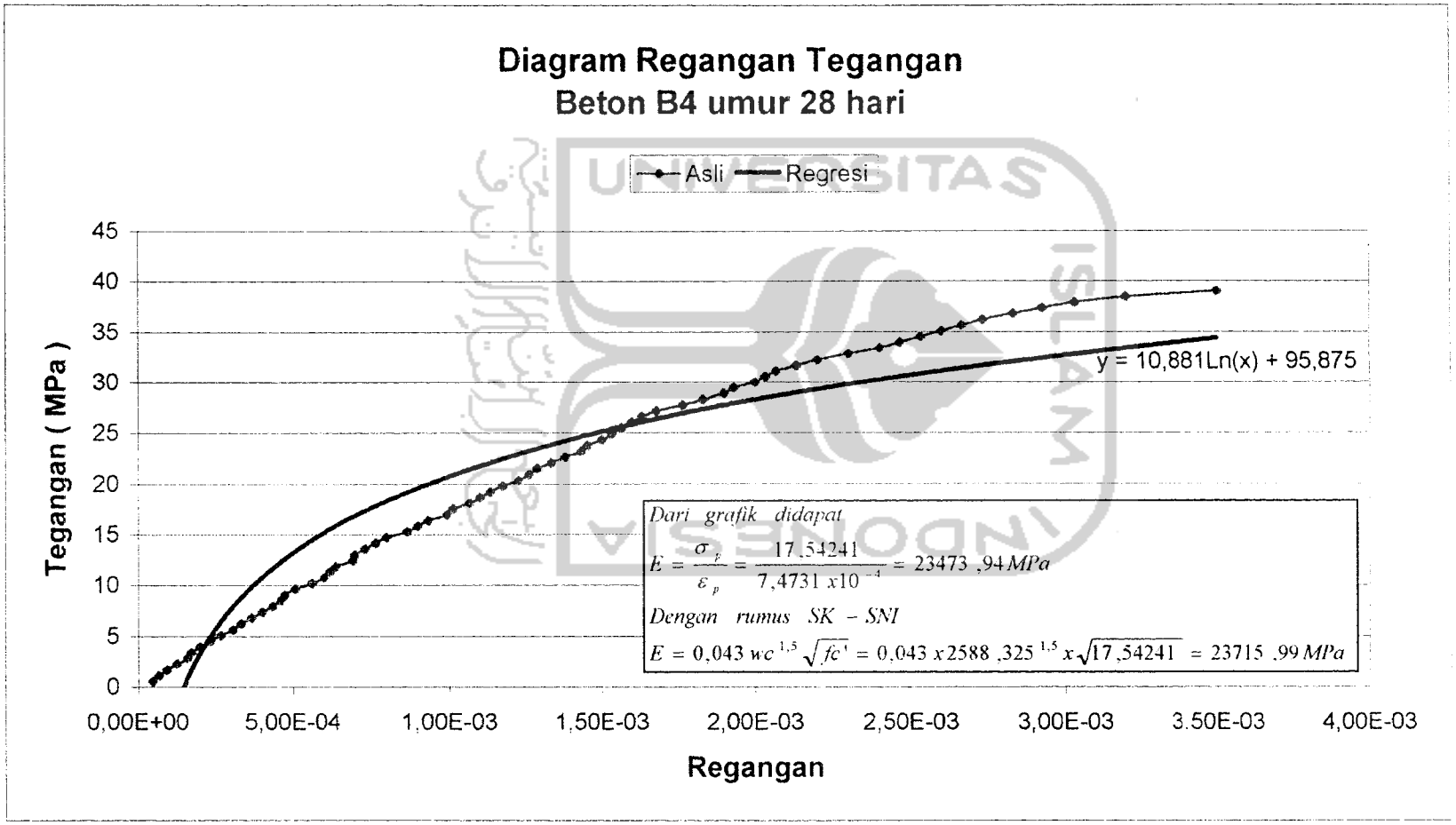

Diagram Regangan Tegangan
Beton B3 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 11,779Ln(x) - 18,859
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_F}{\varepsilon_F} = \frac{19,80595}{7,9376 \times 10^{-4}} = 24952,1 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\, wc^{1,5} \sqrt{fc'} = 0,043 \times 2554,837^{1,5} \times \sqrt{19,80595} = 24712,18 MPa$
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0,00E+00
1,00E+01
2,00E+01
3,00E+01
4,00E+01
5,00E+01
6,00E+01
7,00E+01
8,00E+01
9,00E+01

Nama benda uji : **B4**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,1 cm
Tinggi beton : 30,5 cm
Berat beton : 14,13 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,881lnx+95,875)
10	7	0,56588	4,6667E-05	1,5701E-04
20	10	1,13177	6,6667E-05	1,6539E-04
30	14	1,69765	9,3333E-05	1,7422E-04
40	19	2,26354	1,2667E-04	1,8352E-04
50	24	2,82942	1,6000E-04	1,9331E-04
60	26	3,39531	1,7333E-04	2,0363E-04
70	30	3,96119	2,0000E-04	2,1450E-04
80	35	4,52707	2,3333E-04	2,2595E-04
90	40	5,09296	2,6667E-04	2,3802E-04
100	46	5,65884	3,0667E-04	2,5072E-04
110	50	6,22473	3,3333E-04	2,6411E-04
120	55	6,79061	3,6667E-04	2,7821E-04
130	60	7,35649	4,0000E-04	2,9306E-04
140	65	7,92238	4,3333E-04	3,0870E-04
150	69	8,48826	4,6000E-04	3,2518E-04
160	71	9,05415	4,7333E-04	3,4254E-04
170	76	9,62003	5,0667E-04	3,6082E-04
180	84	10,18592	5,6000E-04	3,8009E-04
190	90	10,75180	6,0000E-04	4,0038E-04
200	93	11,31768	6,2000E-04	4,2175E-04
210	96	11,88357	6,4000E-04	4,4426E-04
220	104	12,44945	6,9333E-04	4,6798E-04
230	105	13,01534	7,0000E-04	4,9296E-04
240	110	13,58122	7,3333E-04	5,1928E-04
250	115	14,14710	7,6667E-04	5,4700E-04
260	120	14,71299	8,0000E-04	5,7620E-04
270	130	15,27887	8,6667E-04	6,0696E-04
280	135	15,84476	9,0000E-04	6,3936E-04
290	140	16,41064	9,3333E-04	6,7349E-04
300	149	16,97653	9,9333E-04	7,0944E-04
310	152	17,54241	1,0133E-03	7,4731E-04
320	160	18,10829	1,0667E-03	7,8721E-04
330	165	18,67418	1,1000E-03	8,2923E-04
340	170	19,24006	1,1333E-03	8,7350E-04
350	176	19,80595	1,1733E-03	9,2013E-04
360	184	20,37183	1,2267E-03	9,6925E-04
370	189	20,93772	1,2600E-03	1,0210E-03
380	193	21,50360	1,2867E-03	1,0755E-03
390	200	22,06948	1,3333E-03	1,1329E-03
400	207	22,63537	1,3800E-03	1,1934E-03
410	215	23,20125	1,4333E-03	1,2571E-03
420	218	23,76714	1,4533E-03	1,3242E-03
430	225	24,33302	1,5000E-03	1,3949E-03
440	230	24,89890	1,5333E-03	1,4693E-03
450	235	25,46479	1,5667E-03	1,5478E-03
460	240	26,03067	1,6000E-03	1,6304E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=10,881lnx+95,875)
470	245	26,59656	1,6333E-03	1,7174E-03
480	252	27,16244	1,6800E-03	1,8091E-03
490	265	27,72833	1,7667E-03	1,9057E-03
500	275	28,29421	1,8333E-03	2,0074E-03
510	285	28,86009	1,9000E-03	2,1146E-03
520	290	29,42598	1,9333E-03	2,2275E-03
530	300	29,99186	2,0000E-03	2,3464E-03
540	305	30,55775	2,0333E-03	2,4716E-03
550	310	31,12363	2,0667E-03	2,6036E-03
560	320	31,68952	2,1333E-03	2,7426E-03
570	330	32,25540	2,2000E-03	2,8890E-03
580	345	32,82128	2,3000E-03	3,0432E-03
590	360	33,38717	2,4000E-03	3,2057E-03
600	370	33,95305	2,4667E-03	3,3768E-03
610	380	34,51894	2,5333E-03	3,5570E-03
620	390	35,08482	2,6000E-03	3,7469E-03
630	400	35,65070	2,6667E-03	3,9469E-03
640	410	36,21659	2,7333E-03	4,1576E-03
650	425	36,78247	2,8333E-03	4,3796E-03
660	439	37,34836	2,9267E-03	4,6134E-03
670	455	37,91424	3,0333E-03	4,8597E-03
680	480	38,48013	3,2000E-03	5,1191E-03
690	525	39,04601	3,5000E-03	5,3924E-03

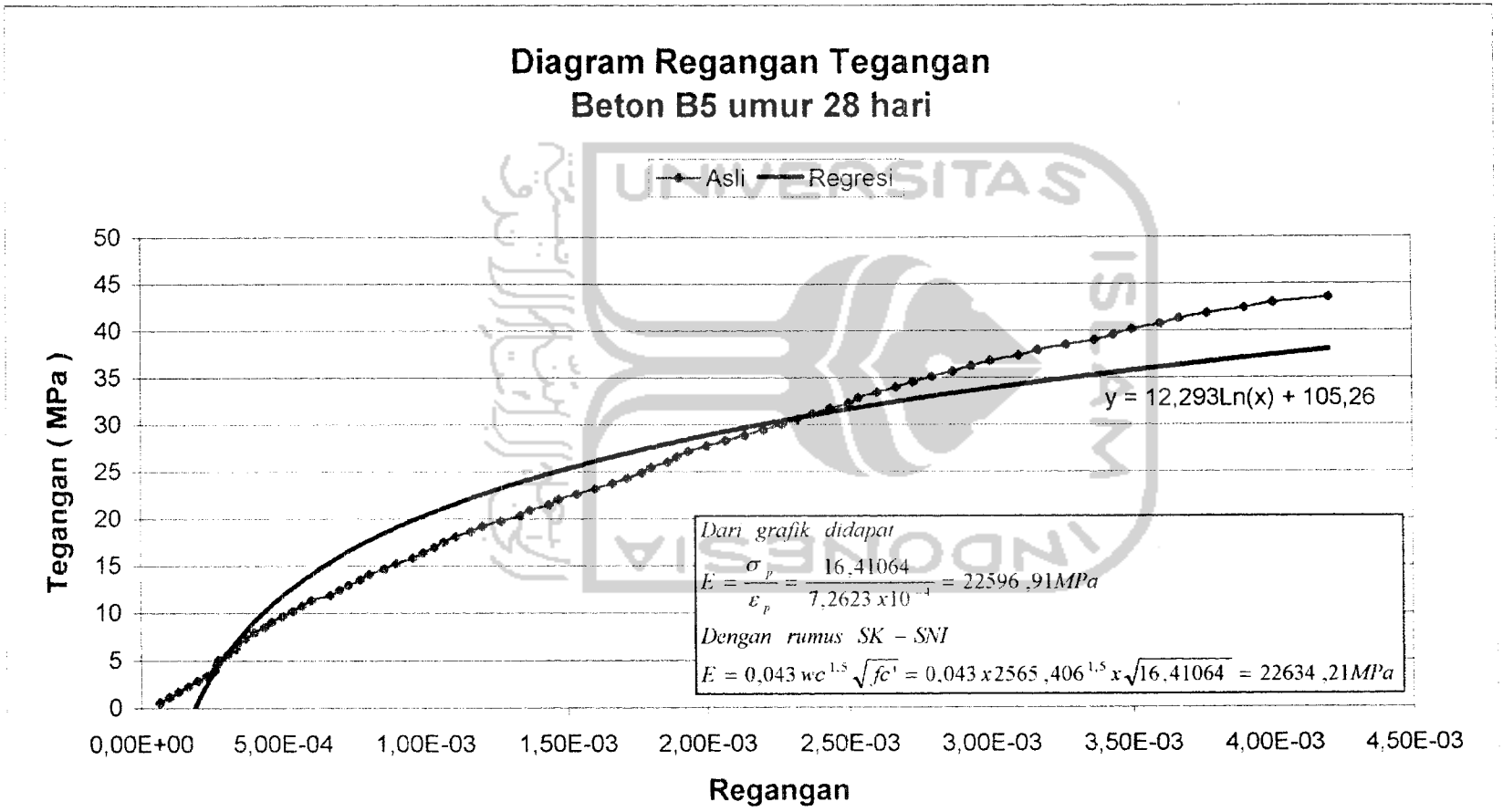

Diagram Regangan Tegangan
Beton B4 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 10,881Ln(x) + 95,875
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3.50E-03
4,00E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{17,54241}{7,4731\ x10^{-4}} = 23473,94\,MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\ wc^{1,5}\sqrt{fc'} = 0,043\ x2588,325^{1,5}\ x\sqrt{17,54241} = 23715,99\,MPa$

Nama benda uji : **B5**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15 cm
Tinggi beton : 30,5 cm
Berat beton : 13,82 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,293lnx+105,26)
10	10	0,56588	6,6667E-05	2,0013E-04
20	15	1,13177	1,0000E-04	2,0955E-04
30	20	1,69765	1,3333E-04	2,1943E-04
40	25	2,26354	1,6667E-04	2,2976E-04
50	30	2,82942	2,0000E-04	2,4059E-04
60	35	3,39531	2,3333E-04	2,5192E-04
70	39	3,96119	2,6000E-04	2,6379E-04
80	40	4,52707	2,6667E-04	2,7621E-04
90	41	5,09296	2,7333E-04	2,8923E-04
100	46	5,65884	3,0667E-04	3,0285E-04
110	50	6,22473	3,3333E-04	3,1712E-04
120	51	6,79061	3,4000E-04	3,3206E-04
130	55	7,35649	3,6667E-04	3,4770E-04
140	60	7,92238	4,0000E-04	3,6408E-04
150	65	8,48826	4,3333E-04	3,8123E-04
160	69	9,05415	4,6000E-04	3,9919E-04
170	75	9,62003	5,0000E-04	4,1800E-04
180	80	10,18592	5,3333E-04	4,3769E-04
190	85	10,75180	5,6667E-04	4,5831E-04
200	90	11,31768	6,0000E-04	4,7990E-04
210	100	11,88357	6,6667E-04	5,0251E-04
220	105	12,44945	7,0000E-04	5,2618E-04
230	110	13,01534	7,3333E-04	5,5097E-04
240	116	13,58122	7,7333E-04	5,7692E-04
250	121	14,14710	8,0667E-04	6,0410E-04
260	129	14,71299	8,6000E-04	6,3256E-04
270	135	15,27887	9,0000E-04	6,6236E-04
280	144	15,84476	9,6000E-04	6,9356E-04
290	149	16,41064	9,9333E-04	7,2623E-04
300	155	16,97653	1,0333E-03	7,6045E-04
310	160	17,54241	1,0667E-03	7,9627E-04
320	166	18,10829	1,1067E-03	8,3378E-04
330	174	18,67418	1,1600E-03	8,7306E-04
340	180	19,24006	1,2000E-03	9,1419E-04
350	190	19,80595	1,2667E-03	9,5726E-04
360	200	20,37183	1,3333E-03	1,0024E-03
370	205	20,93772	1,3667E-03	1,0496E-03
380	215	21,50360	1,4333E-03	1,0990E-03
390	220	22,06948	1,4667E-03	1,1508E-03
400	230	22,63537	1,5333E-03	1,2050E-03
410	240	23,20125	1,6000E-03	1,2618E-03
420	249	23,76714	1,6600E-03	1,3212E-03
430	257	24,33302	1,7133E-03	1,3834E-03
440	265	24,89890	1,7667E-03	1,4486E-03
450	270	25,46479	1,8000E-03	1,5169E-03
460	279	26,03067	1,8600E-03	1,5883E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,293lnx+105,26)
470	284	26,59656	1,8933E-03	1,6631E-03
480	290	27,16244	1,9333E-03	1,7415E-03
490	300	27,72833	2,0000E-03	1,8235E-03
500	310	28,29421	2,0667E-03	1,9094E-03
510	320	28,86009	2,1333E-03	1,9994E-03
520	330	29,42598	2,2000E-03	2,0936E-03
530	340	29,99186	2,2667E-03	2,1922E-03
540	348	30,55775	2,3200E-03	2,2955E-03
550	356	31,12363	2,3733E-03	2,4036E-03
560	365	31,68952	2,4333E-03	2,5169E-03
570	375	32,25540	2,5000E-03	2,6354E-03
580	380	32,82128	2,5333E-03	2,7596E-03
590	390	33,38717	2,6000E-03	2,8896E-03
600	400	33,95305	2,6667E-03	3,0257E-03
610	409	34,51894	2,7267E-03	3,1682E-03
620	419	35,08482	2,7933E-03	3,3175E-03
630	430	35,65070	2,8667E-03	3,4738E-03
640	440	36,21659	2,9333E-03	3,6374E-03
650	450	36,78247	3,0000E-03	3,8088E-03
660	465	37,34836	3,1000E-03	3,9882E-03
670	475	37,91424	3,1667E-03	4,1761E-03
680	490	38,48013	3,2667E-03	4,3728E-03
690	505	39,04601	3,3667E-03	4,5788E-03
700	515	39,61189	3,4333E-03	4,7945E-03
710	525	40,17778	3,5000E-03	5,0204E-03
720	540	40,74366	3,6000E-03	5,2569E-03
730	550	41,30955	3,6667E-03	5,5045E-03
740	565	41,87543	3,7667E-03	5,7638E-03
750	585	42,44131	3,9000E-03	6,0354E-03
760	600	43,00720	4,0000E-03	6,3197E-03
770	630	43,57308	4,2000E-03	6,6174E-03

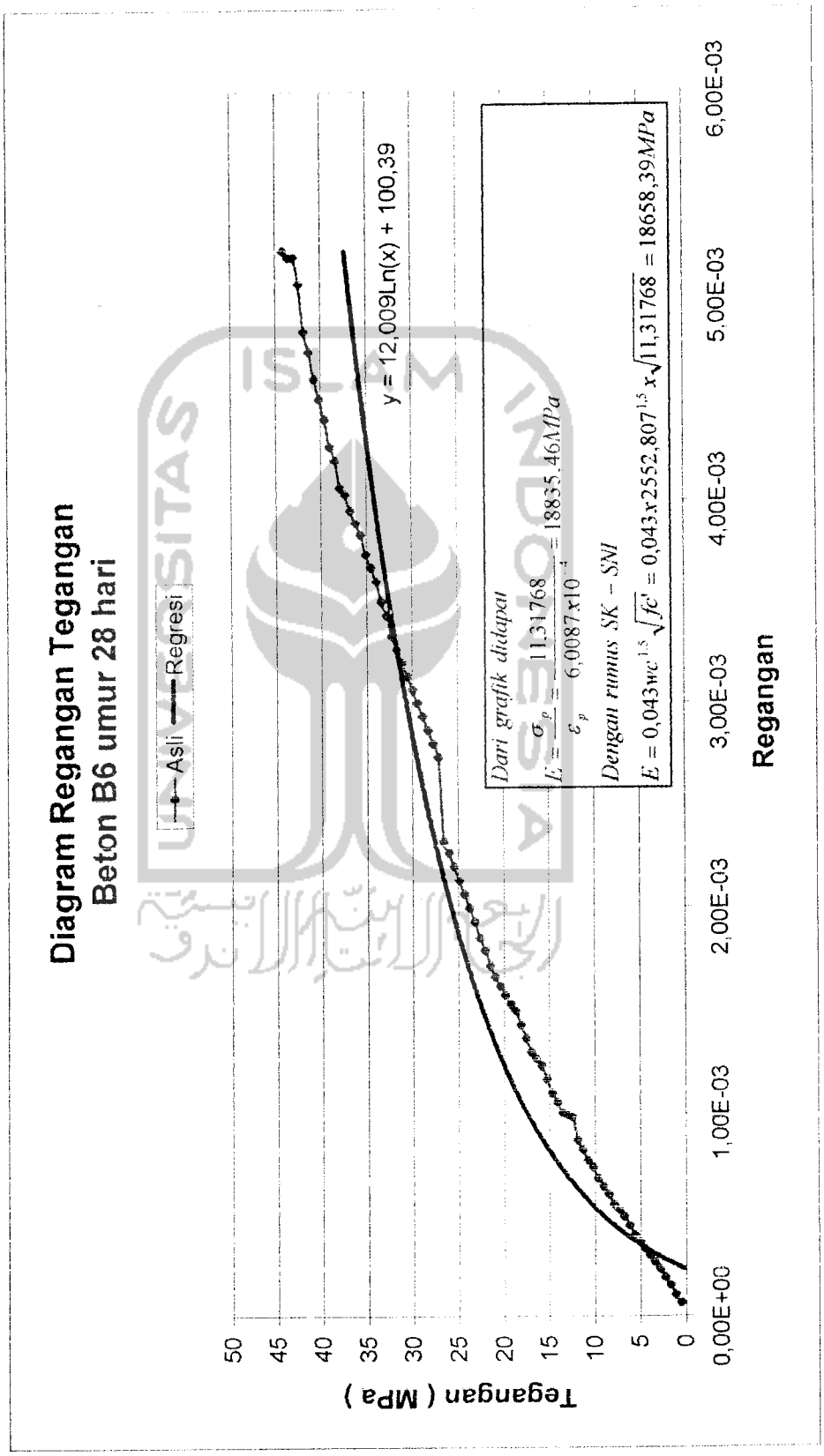

Diagram Regangan Tegangan
Beton B5 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 12,293Ln(x) + 105,26
Tegangan (MPa)
Regangan
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0,00E+00
5,00E-04
1,00E-03
1,50E-03
2,00E-03
2,50E-03
3,00E-03
3,50E-03
4,00E-03
4,50E-03
Dari grafik didapat
$E = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{16,41064}{7,2623 \times 10^{-4}} = 22596,91 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043\, wc^{1,5} \sqrt{fc'} = 0,043 \times 2565,406^{1,5} \times \sqrt{16,41064} = 22634,21 MPa$

Nama benda uji : **B6**
Jenis beton : Agregat kasar menggunakan *steel slag*
Mutu beton : 22,5 Mpa
Umur beton : 28 hari

Diameter beton : 15,2 cm
Tinggi beton : 30,4 cm
Berat beton : 14,075 kg

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,009lnx+100,39)
10	10	0,56588	6,6667E-05	2,4544E-04
20	16	1,13177	1,0667E-04	2,5729E-04
30	23	1,69765	1,5333E-04	2,6970E-04
40	29	2,26354	1,9333E-04	2,8271E-04
50	35	2,82942	2,3333E-04	2,9635E-04
60	40	3,39531	2,6667E-04	3,1065E-04
70	45	3,96119	3,0000E-04	3,2564E-04
80	50	4,52707	3,3333E-04	3,4135E-04
90	55	5,09296	3,6667E-04	3,5782E-04
100	60	5,65884	4,0000E-04	3,7509E-04
110	67	6,22473	4,4667E-04	3,9319E-04
120	74	6,79061	4,9333E-04	4,1216E-04
130	79	7,35649	5,2667E-04	4,3204E-04
140	83	7,92238	5,5333E-04	4,5289E-04
150	90	8,48826	6,0000E-04	4,7474E-04
160	96	9,05415	6,4000E-04	4,9765E-04
170	102	9,62003	6,8000E-04	5,2166E-04
180	110	10,18592	7,3333E-04	5,4683E-04
190	115	10,75180	7,6667E-04	5,7321E-04
200	123	11,31768	8,2000E-04	6,0087E-04
210	130	11,88357	8,6667E-04	6,2986E-04
220	147	12,44945	9,8000E-04	6,6025E-04
230	149	13,01534	9,9333E-04	6,9211E-04
240	150	13,58122	1,0000E-03	7,2550E-04
250	158	14,14710	1,0533E-03	7,6051E-04
260	165	14,71299	1,1000E-03	7,9720E-04
270	175	15,27887	1,1667E-03	8,3567E-04
280	185	15,84476	1,2333E-03	8,7599E-04
290	190	16,41064	1,2667E-03	9,1826E-04
300	195	16,97653	1,3000E-03	9,6256E-04
310	205	17,54241	1,3667E-03	1,0090E-03
320	215	18,10829	1,4333E-03	1,0577E-03
330	225	18,67418	1,5000E-03	1,1087E-03
340	230	19,24006	1,5333E-03	1,1622E-03
350	237	19,80595	1,5800E-03	1,2183E-03
360	243	20,37183	1,6200E-03	1,2771E-03
370	250	20,93772	1,6667E-03	1,3387E-03
380	258	21,50360	1,7200E-03	1,4033E-03
390	269	22,06948	1,7933E-03	1,4710E-03
400	278	22,63537	1,8533E-03	1,5420E-03
410	290	23,20125	1,9333E-03	1,6164E-03
420	300	23,76714	2,0000E-03	1,6944E-03
430	310	24,33302	2,0667E-03	1,7761E-03
440	320	24,89890	2,1333E-03	1,8618E-03
450	330	25,46479	2,2000E-03	1,9516E-03
460	340	26,03067	2,2667E-03	2,0458E-03

Beban (KN)	Pengamatan Ekstensometer (ΔL) (x0,001mm)	Tegangan (P/A) (Mpa)	Regangan (ΔL/L0)	Regresi Regangan (y=12,009lnx+100,39)
470	348	26,59656	2,3200E-03	2,1445E-03
480	410	27,16244	2,7333E-03	2,2480E-03
490	420	27,72833	2,8000E-03	2,3564E-03
500	430	28,29421	2,8667E-03	2,4701E-03
510	440	28,86009	2,9333E-03	2,5893E-03
520	450	29,42598	3,0000E-03	2,7143E-03
530	460	29,99186	3,0667E-03	2,8452E-03
540	470	30,55775	3,1333E-03	2,9825E-03
550	480	31,12363	3,2000E-03	3,1264E-03
560	490	31,68952	3,2667E-03	3,2773E-03
570	500	32,25540	3,3333E-03	3,4354E-03
580	515	32,82128	3,4333E-03	3,6011E-03
590	525	33,38717	3,5000E-03	3,7749E-03
600	540	33,95305	3,6000E-03	3,9570E-03
610	550	34,51894	3,6667E-03	4,1479E-03
620	560	35,08482	3,7333E-03	4,3481E-03
630	575	35,65070	3,8333E-03	4,5579E-03
640	584	36,21659	3,8933E-03	4,7778E-03
650	593	36,78247	3,9533E-03	5,0083E-03
660	605	37,34836	4,0333E-03	5,2500E-03
670	610	37,91424	4,0667E-03	5,5033E-03
680	630	38,48013	4,2000E-03	5,7688E-03
690	640	39,04601	4,2667E-03	6,0472E-03
700	660	39,61189	4,4000E-03	6,3389E-03
710	675	40,17778	4,5000E-03	6,6448E-03
720	690	40,74366	4,6000E-03	6,9654E-03
730	710	41,30955	4,7333E-03	7,3015E-03
740	725	41,87543	4,8333E-03	7,6537E-03
750	760	42,44131	5,0667E-03	8,0230E-03
760	780	43,00720	5,2000E-03	8,4101E-03
770	780	43,57308	5,2000E-03	8,8159E-03
780	785	44,13897	5,2333E-03	9,2413E-03


Diagram Regangan Tegangan
Beton B6 umur 28 hari
Asli
Regresi
y = 12,009Ln(x) + 100,39
Dari grafik didapat
$E_c = \frac{\sigma_p}{\varepsilon_p} = \frac{11,31768}{6,0087 \times 10^{-4}} = 18835,46 MPa$
Dengan rumus SK – SNI
$E = 0,043 wc^{1,5} \sqrt{fc'} = 0,043 x 2552,807^{1,5} x \sqrt{11,31768} = 18658,39 MPa$
Tegangan (MPa)
Regangan
0,00E+00
1,00E-03
2,00E-03
3,00E-03
4,00E-03
5,00E-03
6,00E-03
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A1**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15,2 cm; tinggi 30,2 cm; berat 12,74 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	20	210	189
20	25	220	200
30	35	230	207
40	40	240	215
50	47	250	225
60	55	260	235
70	67	270	250
80	70	280	260
90	79	290	270
100	86	300	280
110	95	310	295
120	105	320	310
130	110	330	320
140	120	340	335
150	130	350	355
160	137	360	375
170	150	370	395
180	160	380	395
190	170		
200	180		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A2**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 14,9 cm; tinggi 29,6 cm; berat 12,3 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	15	210	188
20	20	220	195
30	25	230	210
40	33	240	250
50	43	250	320
60	50	260	380
70	57	270	420
80	65	280	430
90	75	290	470
100	82	300	500
110	90	310	560
120	100	320	560
130	110	330	560
140	120		
150	127		
160	135		
170	145		
180	160		
190	170		
200	180		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A3**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,4 cm; berat 12,63 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	17	210	180	410	500
20	17	220	190	420	550
30	25	230	200	430	620
40	33	240	210	435	620
50	45	250	220		
60	50	260	230		
70	55	270	244		
80	65	280	255		
90	75	290	275		
100	81	300	290		
110	90	310	300		
120	100	320	315		
130	108	330	330		
140	115	340	350		
150	125	350	370		
160	130	360	395		
170	140	370	410		
180	152	380	425		
190	160	390	445		
200	170	400	470		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A4**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,1 cm; berat 12,51 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	170	410	440
20	18	220	179	420	455
30	30	230	188	430	475
40	35	240	195	440	495
50	42	250	205	450	515
60	49	260	220	460	535
70	53	270	235	470	565
80	62	280	245	480	605
90	70	290	255	490	610
100	78	300	265		
110	85	310	280		
120	90	320	295		
130	100	330	310		
140	108	340	320		
150	114	350	335		
160	123	360	345		
170	133	370	365		
180	140	380	385		
190	150	390	405		
200	160	400	425		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A5**
2. Jenis Beton **Normal** fc' 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30 cm; berat 12,6 kg

- **DATA PENGUJIAN**

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	17	210	180
20	25	220	195
30	33	230	200
40	40	240	210
50	48	250	225
60	56	260	238
70	65	270	255
80	70	280	270
90	80	290	280
100	88	300	295
110	95	310	305
120	100	320	320
130	110	330	335
140	120	340	350
150	130	350	370
160	138	360	390
170	148	370	405
180	158	380	415
190	167	390	480
200	175		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A6**
2. Jenis Beton **Normal** fc' 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,4 cm; berat 12,65 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	15	210	175	410	440
20	15	220	185	420	470
30	27	230	195	430	470
40	33	240	205		
50	38	250	215		
60	43	260	225		
70	50	270	240		
80	60	280	255		
90	70	290	265		
100	77	300	265		
110	83	310	285		
120	90	320	300		
130	99	330	310		
140	107	340	320		
150	115	350	340		
160	125	360	355		
170	135	370	365		
180	144	380	380		
190	152	390	400		
200	165	400	415		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B1**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,1 cm; berat 13,85 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	12	210	160
20	19	220	160
30	25	230	160
40	33	240	160
50	39	250	160
60	45	260	160
70	51	270	240
80	58	280	250
90	65	290	265
100	72	300	280
110	79	310	290
120	85	320	305
130	95	330	320
140	100	340	335
150	108	350	345
160	115	360	345
170	125	370	345
180	135	380	440
190	145	390	460
200	155	400	500

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B2**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,1 cm; berat 13,95 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	5	210	120
20	10	220	120
30	20	230	120
40	27	240	120
50	35	250	120
60	40	260	120
70	46	270	210
80	55	280	225
90	64	290	235
100	70	300	245
110	77	310	250
120	85	320	280
130	95	330	290
140	105	340	305
150	112	350	315
160	120	360	340
170	120	370	430
180	120	380	450
190	120	390	490
200	120		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B3**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,2 cm; berat 13,97 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	5	210	140
20	10	220	165
30	15	230	175
40	21	240	185
50	30	250	200
60	35	260	205
70	45	270	215
80	55	280	230
90	65	290	240
100	71	300	253
110	80	310	270
120	85	320	290
130	93	330	310
140	100	340	325
150	110	350	340
160	118	360	355
170	125	370	395
180	133	380	430
190	140	390	520
200	140		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B4**
2. Jenis Beton *Steel Slag* fc` – 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,3 cm; berat 14,05 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	145	410	420
20	15	220	155	420	440
30	33	230	164	430	470
40	37	240	170	440	520
50	39	250	180	450	555
60	44	260	190	460	555
70	49	270	200		
80	55	280	210		
90	60	290	219		
100	65	300	230		
110	72	310	240		
120	80	320	249		
130	85	330	260		
140	90	340	270		
150	95	350	290		
160	105	360	300		
170	110	370	325		
180	120	380	345		
190	130	390	350		
200	135	400	350		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B5**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal : 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,2 cm; berat 14,315 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	156	410	415
20	20	220	162	420	460
30	27	230	170	430	500
40	33	240	180	435	500
50	40	250	190		
60	45	260	200		
70	50	270	210		
80	56	280	220		
90	63	290	230		
100	70	300	240		
110	80	310	250		
120	86	320	260		
130	95	330	275		
140	100	340	290		
150	109	350	300		
160	115	360	315		
170	123	370	330		
180	133	380	345		
190	140	390	355		
200	150	400	390		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B6**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 1 November 2002, di test tanggal 11 November 2002
4. Umur 7 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,2 cm; berat 13,88 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	5	210	150
20	12	220	153
30	19	230	154
40	25	240	154
50	30	250	154
60	36	260	154
70	44	270	200
80	52	280	215
90	59	290	225
100	65	300	235
110	72	310	245
120	80	320	255
130	87	330	265
140	95	340	285
150	100	350	300
160	105	360	320
170	114	370	340
180	123	380	380
190	135	385	380
200	140		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A1**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 14,9 cm; tinggi 30,2 cm; berat 12,94 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	15	210	130	410	295	610	510
20	20	220	140	420	305	620	525
30	25	230	155	430	310	630	540
40	30	240	160	440	320	640	550
50	37	250	165	450	330	650	565
60	43	260	175	460	340	660	580
70	48	270	190	470	345	670	615
80	54	280	210	480	355	680	637
90	60	290	215	490	365	690	665
100	63	300	220	500	375	700	675
110	70	310	225	510	380	710	685
120	76	320	233	520	395	720	800
130	84	330	240	530	415	730	820
140	90	340	244	540	425	740	840
150	94	350	250	550	435	745	885
160	100	360	256	560	445		
170	110	370	265	570	455		
180	112	380	270	580	465		
190	120	390	280	590	475		
200	125	400	290	600	490		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A2**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,3 cm; berat 13 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	13	210	140	410	290	610	465
20	20	220	150	420	291	620	480
30	25	230	155	430	315	630	490
40	30	240	160	440	325	640	510
50	35	250	165	450	330	650	520
60	40	260	170	460	335	660	530
70	45	270	180	470	345	670	540
80	50	280	185	480	355	680	555
90	56	290	195	490	360	690	565
100	65	300	210	500	370	700	585
110	70	310	215	510	375	710	605
120	75	320	220	520	385	720	630
130	83	330	230	530	395	730	640
140	90	340	235	540	405	740	655
150	95	350	240	550	410	750	670
160	105	360	250	560	420	755	670
170	110	370	255	570	430		
180	115	380	260	580	440		
190	125	390	270	590	450		
200	130	400	275	600	455		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A3**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,1 cm; berat 13,04 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	135	410	270	610	595
20	15	220	140	420	275	620	620
30	20	230	145	430	280	630	645
40	25	240	150	440	290	640	670
50	35	250	155	450	295	650	700
60	37	260	160	460	310	660	725
70	40	270	166	470	320	670	755
80	49	280	175	480	330	680	785
90	53	290	185	490	335	690	800
100	59	300	195	500	345	700	850
110	65	310	205	510	355	710	860
120	70	320	210	520	365		
130	75	330	215	530	375		
140	85	340	220	540	385		
150	90	350	225	550	405		
160	95	360	235	560	415		
170	110	370	240	570	430		
180	115	380	245	580	505		
190	120	390	255	590	565		
200	129	400	260	600	590		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A4**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,2 cm; berat 12,72 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	125	410	285	610	520
20	13	220	135	420	295	620	530
30	17	230	145	430	305	630	550
40	22	240	150	440	315	640	570
50	26	250	155	450	330	650	600
60	33	260	160	460	335	660	600
70	37	270	170	470	345		
80	43	280	175	480	355		
90	50	290	185	490	365		
100	53	300	195	500	380		
110	55	310	200	510	390		
120	61	320	208	520	400		
130	66	330	215	530	410		
140	80	340	225	540	420		
150	85	350	230	550	430		
160	89	360	240	560	445		
170	95	370	250	570	455		
180	105	380	260	580	470		
190	110	390	266	590	485		
200	120	400	276	600	500		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A5**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30 cm; berat 12,735 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	15	210	130	410	280	610	460
20	20	220	135	420	285	620	470
30	25	230	140	430	290	630	480
40	30	240	145	440	300	640	490
50	35	250	155	450	305	650	505
60	40	260	160	460	315	660	520
70	45	270	170	470	325	670	535
80	50	280	180	480	335	680	555
90	60	290	185	490	340		
100	65	300	195	500	350		
110	70	310	200	510	360		
120	75	320	205	520	370		
130	80	330	210	530	380		
140	85	340	220	540	390		
150	90	350	225	550	400		
160	96	360	235	560	410		
170	105	370	240	570	420		
180	110	380	250	580	430		
190	115	390	265	590	440		
200	120	400	270	600	450		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A6**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,2 cm; berat 12,802 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	120	410	275	610	415
20	15	220	125	420	280	620	425
30	20	230	133	430	285	630	435
40	25	240	140	440	295	640	440
50	28	250	145	450	300	650	460
60	32	260	155	460	305	660	470
70	36	270	160	470	310	670	480
80	44	280	170	480	315	680	490
90	50	290	180	490	325	690	500
100	55	300	185	500	335	700	510
110	60	310	190	510	340	710	530
120	65	320	210	520	350	720	545
130	70	330	213	530	355	730	560
140	77	340	220	540	360	740	585
150	82	350	230	550	370	750	620
160	89	360	235	560	375	760	620
170	95	370	245	570	385		
180	105	380	250	580	390		
190	110	390	255	590	400		
200	115	400	265	600	408		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B1**
2. Jenis Beton *Steel Slag* fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 14,9 cm; tinggi 30,2 cm; berat 13,95 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	15	210	110	410	285	610	670
20	20	220	120	420	290	620	710
30	23	230	125	430	300	630	790
40	30	240	130	440	310	640	795
50	35	250	135	450	320	650	799
60	37	260	140	460	325	665	799
70	42	270	145	470	335		
80	45	280	160	480	400		
90	50	290	169	490	465		
100	55	300	175	500	505		
110	60	310	180	510	515		
120	64	320	190	520	520		
130	69	330	205	530	525		
140	72	340	215	540	530		
150	76	350	225	550	540		
160	80	360	230	560	555		
170	90	370	250	570	570		
180	95	380	260	580	585		
190	100	390	265	590	620		
200	105	400	275	600	640		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042; 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B2**
2. Jenis Beton *Steel Slag* fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,1 cm; berat 13,805 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	15	210	145	410	320	610	555
20	20	220	155	420	330	620	580
30	25	230	160	430	340	630	595
40	30	240	165	440	342	640	620
50	39	250	175	450	350	645	620
60	45	260	185	460	360		
70	51	270	195	470	375		
80	60	280	200	480	385		
90	65	290	210	490	395		
100	70	300	215	500	405		
110	80	310	230	510	415		
120	85	320	245	520	425		
130	92	330	255	530	435		
140	97	340	260	540	445		
150	102	350	265	550	455		
160	108	360	270	560	475		
170	115	370	275	570	490		
180	120	380	285	580	500		
190	130	390	295	590	520		
200	140	400	310	600	535		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B3**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,2 cm; berat 13,51 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	130	410	295	610	530
20	15	220	135	420	300	620	570
30	22	230	150	430	310	630	600
40	29	240	155	440	320	640	650
50	35	250	160	450	330	650	650
60	40	260	170	460	335		
70	45	270	180	470	350		
80	50	280	185	480	355		
90	60	290	190	490	365		
100	65	300	195	500	380		
110	69	310	200	510	395		
120	74	320	208	520	405		
130	80	330	215	530	420		
140	85	340	225	540	430		
150	90	350	235	550	440		
160	100	360	242	560	450		
170	105	370	250	570	460		
180	110	380	260	580	475		
190	115	390	270	590	495		
200	125	400	285	600	510		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B4**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 14,9 cm; tinggi 30,1 cm; berat 13,605 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	15	210	140	410	300
20	20	220	150	420	310
30	25	230	155	430	325
40	30	240	165	440	335
50	35	250	175	450	340
60	44	260	180	460	350
70	47	270	190	470	360
80	55	280	205	480	375
90	60	290	208	490	390
100	65	300	210	500	400
110	70	310	225	510	410
120	80	320	240	520	425
130	85	330	250	530	440
140	90	340	255	540	455
150	95	350	260	550	465
160	105	360	265	560	480
170	110	370	270	570	500
180	120	380	275	580	530
190	125	390	285	590	550
200	130	400	290	595	580

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B5**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 20 Desember 2002, di test tanggal 3 Januari 2003
4. Umur 14 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30 cm; berat 13,745 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	130	410	300
20	15	220	135	420	315
30	19	230	140	430	330
40	25	240	150	440	340
50	35	250	155	450	350
60	36	260	160	460	355
70	42	270	170	470	365
80	50	280	185	480	375
90	60	290	190	490	390
100	63	300	200	500	410
110	67	310	210	510	430
120	72	320	215	520	440
130	78	330	220	530	455
140	85	340	225	540	475
150	90	350	240	550	490
160	95	360	250	560	505
170	105	370	265	570	530
180	110	380	275	580	560
190	120	390	285	590	610
200	125	400	290	410	300

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A1**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,2 cm; tinggi 30,2 cm; berat 12,74 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	7	210	120	410	245	610	395
20	10	220	125	420	251	620	405
30	15	230	130	430	259	630	410
40	22	240	135	440	265	640	420
50	27	250	140	450	270	650	430
60	33	260	143	460	275	660	440
70	40	270	150	470	281	670	450
80	45	280	155	480	290	680	465
90	50	290	160	490	300	690	480
100	54	300	170	500	307	700	490
110	59	310	175	510	315	710	500
120	64	320	180	520	325	720	510
130	70	330	190	530	330	730	525
140	75	340	195	540	340	740	540
150	83	350	200	550	345	750	555
160	88	360	205	560	360	760	570
170	95	370	215	570	370	770	595
180	100	380	225	580	375	780	615
190	108	390	230	590	380	790	635
200	115	400	239	600	390	800	655
						810	690

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A2**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,2 cm; tinggi 30,7 cm; berat 13,1 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	129	410	266	610	460
20	15	220	132	420	276	620	470
30	20	230	140	430	285	630	485
40	25	240	150	440	294	640	500
50	30	250	154	450	300	650	510
60	35	260	160	460	310	660	530
70	40	270	160	470	320	670	545
80	46	280	165	480	330	680	565
90	55	290	170	490	340	690	600
100	60	300	175	500	355	700	630
110	65	310	185	510	365	710	690
120	70	320	190	520	375	720	705
130	77	330	200	530	390	730	710
140	82	340	205	540	400	740	730
150	90	350	215	550	415	750	745
160	95	360	225	560	430	760	755
170	100	370	230	570	445	770	766
180	109	380	240	580	425	780	780
190	115	390	249	590	435	790	795
200	122	400	256	600	445		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A3**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,5 cm; berat 12,975 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	115	410	246	610	420
20	11	220	120	420	255	620	435
30	20	230	125	430	265	630	445
40	25	240	130	440	275	640	455
50	29	250	135	450	285	650	465
60	32	260	145	460	290	660	475
70	37	270	150	470	300	670	485
80	44	280	160	480	310	680	500
90	50	290	165	490	315	690	516
100	55	300	170	500	325	700	530
110	60	310	180	510	330	710	545
120	65	320	190	520	340	720	560
130	73	330	200	530	350	730	570
140	76	340	201	540	360	740	580
150	80	350	206	550	370	750	600
160	86	360	214	560	375	760	630
170	90	370	220	570	385	770	650
180	95	380	225	580	395	780	650
190	105	390	234	590	400		
200	110	400	240	600	410		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A4**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,2 cm; tinggi 30,3 cm; berat 12,985 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	13	210	149	410	325	610	570
20	20	220	155	420	335	620	580
30	25	230	163	430	340	630	595
40	34	240	170	440	349	640	610
50	36	250	180	450	364	650	620
60	41	260	189	460	370	660	635
70	46	270	200	470	380	670	650
80	54	280	204	480	390	680	665
90	60	290	210	490	400	690	680
100	65	300	220	500	409	700	700
110	71	310	230	510	417	710	715
120	80	320	240	520	425	720	740
130	87	330	249	530	435	730	780
140	95	340	256	540	495	740	800
150	101	350	264	550	505	750	820
160	109	360	275	560	515	760	840
170	116	370	285	570	525	770	860
180	124	380	295	580	535	775	895
190	130	390	304	590	545		
200	139	400	315	600	560		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A5**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,4 cm; berat 13 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	9	210	130	410	297	610	525
20	13	220	139	420	305	620	540
30	19	230	146	430	310	630	560
40	25	240	151	440	320	640	570
50	31	250	160	450	330	650	590
60	36	260	169	460	340	660	620
70	40	270	176	470	355	670	650
80	48	280	182	480	370	680	680
90	54	290	190	490	380	690	700
100	60	300	200	500	385	700	715
110	65	310	209	510	395	710	740
120	73	320	212	520	405	720	766
130	80	330	221	530	413	730	780
140	86	340	229	540	423	740	805
150	92	350	236	550	433	750	840
160	99	360	245	560	449	760	860
170	105	370	255	570	459	770	880
180	110	380	266	580	472	780	895
190	117	390	279	590	490	785	895
200	124	400	289	600	510		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **A6**
2. Jenis Beton **Normal** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15 cm; tinggi 30,2 cm; berat 12,895 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	15	210	120	410	270	610	435
20	20	220	130	420	275	620	445
30	24	230	138	430	280	630	455
40	27	240	145	440	285	640	465
50	34	250	150	450	295	650	475
60	38	260	160	460	300	660	495
70	42	270	170	470	310	670	505
80	46	280	170	480	315	680	515
90	53	290	180	490	325	690	525
100	58	300	185	500	330	700	535
110	66	310	195	510	340	710	545
120	70	320	200	520	350	720	555
130	78	330	205	530	360	730	565
140	85	340	210	540	370	740	580
150	90	350	220	550	380	750	590
160	95	360	225	560	390	760	605
170	100	370	235	570	400	770	610
180	105	380	244	580	405	780	630
190	110	390	250	590	415		
200	115	400	265	600	425		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B1**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,1 cm; berat 13,86 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	5	210	107	410	334	610	490
20	10	220	115	420	340	620	500
30	14	230	120	430	346	630	510
40	19	240	125	440	355	640	520
50	24	250	130	450	365	650	530
60	28	260	225	460	375	660	540
70	35	270	240	470	385	670	555
80	40	280	250	480	390	680	565
90	45	290	255	490	395	690	580
100	52	300	260	500	400	700	589
110	56	310	265	510	405	710	600
120	60	320	270	520	412	720	610
130	76	330	280	530	420	730	625
140	80	340	285	540	430	740	640
150	81	350	290	550	440	750	655
160	85	360	300	560	450	760	670
170	89	370	305	570	455	770	690
180	92	380	310	580	460	780	830
190	95	390	319	590	470		
200	100	400	325	600	480		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B2**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,2 cm; berat 13,83 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	114	410	260	610	460
20	15	220	114	420	275	620	475
30	20	230	114	430	280	630	490
40	25	240	114	440	290	640	500
50	30	250	114	450	295	650	500
60	35	260	114	460	300	660	500
70	41	270	114	470	300	670	500
80	46	280	114	480	300	680	500
90	52	290	114	490	300	690	545
100	56	300	114	500	300	700	550
110	60	310	114	510	300	710	600
120	65	320	114	520	300	715	600
130	70	330	114	530	300		
140	76	340	220	540	455		
150	83	350	234	550	455		
160	90	360	240	560	455		
170	95	370	242	570	455		
180	100	380	250	580	455		
190	104	390	255	590	455		
200	111	400	260	600	460		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B3**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,2 cm; berat 13,81 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	5	210	90	410	210	610	375
20	10	220	95	420	215	620	380
30	10	230	100	430	226	630	390
40	10	240	105	440	234	640	395
50	12	250	110	450	240	650	405
60	15	260	115	460	249	660	415
70	22	270	125	470	255	670	425
80	26	280	139	480	260	680	435
90	32	290	135	490	267	690	460
100	36	300	140	500	274	700	490
110	41	310	145	510	280	710	505
120	46	320	150	520	286	720	520
130	50	330	160	530	295	730	530
140	55	340	165	540	304	740	540
150	60	350	170	550	315	750	555
160	64	360	175	560	322	755	570
170	70	370	184	570	330		
180	75	380	190	580	340		
190	82	390	200	590	354		
200	85	400	205	600	365		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B4**
2. Jenis Beton *Steel Slag* fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,5 cm; berat 14,13 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	7	210	96	410	215	610	380
20	10	220	104	420	218	620	390
30	14	230	105	430	225	630	400
40	19	240	110	440	230	640	410
50	24	250	115	450	235	650	425
60	26	260	120	460	240	660	439
70	30	270	130	470	245	670	455
80	35	280	135	480	252	680	480
90	40	290	140	490	265	690	525
100	46	300	149	500	275		
110	50	310	152	510	285		
120	55	320	160	520	290		
130	60	330	165	530	300		
140	65	340	170	540	305		
150	69	350	176	550	310		
160	71	360	184	560	320		
170	76	370	189	570	330		
180	84	380	193	580	345		
190	90	390	200	590	360		
200	93	400	207	600	370		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B5**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,1 cm; tinggi 30,5 cm; berat 13,82 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	100	410	240	610	409
20	15	220	105	420	249	620	419
30	20	230	110	430	257	630	430
40	25	240	116	440	265	640	440
50	30	250	121	450	270	650	450
60	35	260	129	460	279	660	465
70	39	270	135	470	284	670	475
80	40	280	144	480	290	680	490
90	41	290	149	490	300	690	505
100	46	300	155	500	310	700	515
110	50	310	160	510	320	710	525
120	51	320	166	520	330	720	540
130	55	330	174	530	340	730	550
140	60	340	180	540	348	740	565
150	65	350	190	550	356	750	585
160	69	360	200	560	365	760	600
170	75	370	205	570	375	770	630
180	80	380	215	580	380		
190	85	390	220	590	390		
200	90	400	230	600	400		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,4 telp. (0274)895042, 895707 Yogyakarta

LAPORAN SEMENTARA PENGAMATAN PERCOBAAN DESAK SILINDER BETON

I. BENDA UJI

1. Nama Benda Uji **B6**
2. Jenis Beton ***Steel Slag*** fc' = 22,5 MPa
3. Dibuat tanggal 23 Desember 2002, di test tanggal 21 Januari 2003
4. Umur 28 hari
5. Ukuran : diameter : 15,2 cm; tinggi 30,4 cm; berat 14,075 kg

II. DATA PENGUJIAN

Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)	Beban (KN)	Regangan (x0,001mm)
10	10	210	130	410	290	610	550
20	16	220	147	420	300	620	560
30	23	230	149	430	310	630	575
40	29	240	150	440	320	640	584
50	35	250	158	450	330	650	593
60	40	260	165	460	340	660	605
70	45	270	175	470	348	670	610
80	50	280	185	480	410	680	630
90	55	290	190	490	420	690	640
100	60	300	195	500	430	700	660
110	67	310	205	510	440	710	675
120	74	320	215	520	450	720	690
130	79	330	225	530	460	730	710
140	83	340	230	540	470	740	725
150	90	350	237	550	480	750	760
160	96	360	243	560	490	760	780
170	102	370	250	570	500	770	780
180	110	380	258	580	515	780	785
190	115	390	269	590	525		
200	123	400	278	600	540		

Yogyakarta, 1 Maret 2003
Mengetahui

BAHAN M... TEKNIK
FAKULTAS T... K UII

Petugas Laboratorium BKT FTSP 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
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : Agregat halus
Nama benda uji : Pasir
Asal : Sungai Krasak Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain.

KETERANGAN	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	400	Gram	400	Gram
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	660	Cc	655	Cc
Berat Jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{660 - 500}$		$\frac{400}{665 - 500}$	
Berat jenis rata – rata	2,54032			

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP 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
BERAT JENIS STEEL SLAG

Jenis benda uji : Limbah baja
Nama benda uji : Steel Slag
Asal : PT Krakatau Steel Cilegon
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain.

KETERANGAN	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	400	Gram	300	Gram
Volume air (V_1)	300	Cc	200	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	410	Cc	275	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{410 - 300}$		$\frac{300}{275 - 200}$	
Berat jenis rata – rata	3,818			

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

FAKULTAS TE...

Petugas Laboratorium BKT FTSP 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
BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Agregat Kasar
Nama benda uji : Kerikil / Split
Asal : Sungai Progo Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

ALAT - ALAT

1. Gelas ukur kapasitas 1000 ml
2. Timbangan ketelitian 0.01 gram
3. Piring, Sendok, Lap, dan lain-lain.

KETERANGAN	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat agregat (W)	400	Gram	400	Gram
Volume air (V_1)	500	Cc	500	Cc
Volume air + Agregat (V_2)	659	Cc	651	Cc
Berat jenis (BJ) $\frac{W}{V_2 - V_1}$	$\frac{400}{659 - 500}$		$\frac{400}{651 - 500}$	
Berat jenis rata – rata	2,58237			

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

FAKULTAS TE...

Petugas Laboratorium BKT FTSP 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
BERAT VOLUME AGREGAT HALUS " SSD "

Jenis benda uji : Agregat halus
Nama benda uji : Pasir
Asal : Sungai Krasak Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

ALAT - ALAT

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

KETERANGAN	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat tabung (W_1)	5,413	Kg	5,413	Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	13,696	Kg	13,668	Kg
Volume tabung $\frac{1}{4}.\pi.d.t^2$	$5,29875.10^{-3}$	m^3	$5,29875.10^{-3}$	m^3
Berat Volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	$\frac{13,696 - 5,413}{5,29875.10^{-3}}$		$\frac{13,668 - 5,413}{5,29875.10^{-3}}$	
Berat volume rata – rata	1,56065 t / m^3			

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

FAKULTAS TEKNIK

Petugas Laboratorium BKT FTSP 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
BERAT VOLUME STEEL SLAG " SSD "

Jenis benda uji : Limbah baja
Nama benda uji : Steel Slag
Asal : PT Krakatau Steel Cilegon
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

ALAT - ALAT

1. Ember (Ø 15 x t 19) cm
2. Timbangan kapasitas 20 kg
3. Tongkat penumbuk Ø 16 panjang 60 cm
4. Serok / sekop, lap dan lain – lain.

KETERANGAN	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat tabung (W_1)	3,5	Kg	3,5	Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	11,2112	Kg	11,789	Kg
Volume tabung $\frac{1}{4}.\pi.d.t^2$	$3,375.10^{-3}$	m^3	$3,375.10^{-3}$	m^3
Berat Volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	$\frac{11,2112 \quad 3,5}{3,375.10^{-3}}$		$\frac{11,789 \quad 3,5}{3,375.10^{-3}}$	
Berat volume rata – rata	2,3704 t / m^3			

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

FAKULTAS TE...

Petugas Laboratorium BKT FTSP 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
BERAT VOLUME AGREGAT KASAR " SSD "

Jenis benda uji : Agregat Kasar
Nama benda uji : Kerikil / Split
Asal : Sungai Progo Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

ALAT - ALAT

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

KETERANGAN	BENDA UJI I		BENDA UJI II	
Berat tabung (W_1)	7,352	Kg	7,348	Kg
Berat tabung + Agregat (W_2)	15,288	Kg	15,459	Kg
Volume tabung $\frac{1}{4}.\pi.d.t^2$	$5,29875.10^{-3}$	M^3	$5,29875.10^{-3}$	m^3
Berat Volume $\frac{W_2 - W_1}{V}$	$\frac{15,288 - 7,352}{5,29875.10^{-3}}$		$\frac{15,459 - 7,348}{5,29875.10^{-3}}$	
Berat volume rata – rata	1,5142 t / m^3			

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP 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
MODULUS HALUS BUTIR AGREGAT HALUS

Jenis benda uji : Agregat halus
Nama benda uji : Pasir
Asal : Sungai Krasak Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

Saringan		Berat tertinggal gram		Berat tertinggal %		Berat Kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40						
2	20						
3	10						
4	4.75	10,3	29,4	0,687	1,96	0,687	1,96
5	2.36	83,4	123,3	5,56	8,22	6,247	10,18
6	1.18	332	273,3	22,133	18,22	28,38	28,4
7	0.600	453,1	398,5	30,207	26,567	58,587	54,967
8	0.300	297,1	314,5	19,807	20,96	77,894	75,927
9	0.150	206,7	221,3	13,38	14,753	91,724	90,68
10	P a n	91,1	125,1	6,073	8,34		
					Jumlah	263,519	262,11

Jumlah rata – rata 262,814

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{262,814}{100}$ X 100 % = 2,6

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP 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
MODULUS HALUS BUTIR AGREGAT KASAR

Jenis benda uji : Agregat kasar
Nama benda uji : Kerikil / split
Asal : Sungai Progo Yogyakarta
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

Saringan		Berat tertinggal Gram		Berat tertinggal %		Berat Kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40						
2	20						
3	10	668	682	66,8	68,2	66,8	68,2
4	4.75	315	295	31,5	29,5	98,3	97,7
5	2.36	13,6	11,2	1,36	1,12	99,66	98,82
6	1.18	2	2,35	0,2	0,235	99,06	99,055
7	0.600	1,3	2,5	0,13	0,25	99,99	99,305
8	0.300	1,6	1,95	0,16	0,195	100	99,5
9	0.150	0,6	0,7	0,06	0,07	100,51	99,57
10	P a n						
					Jumlah	664,32	662,15

Jumlah rata – rata 663,235

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{663,235}{100}$ X 100 % = 6,63

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UI

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
MODULUS HALUS BUTIR STEEL SLAG

Jenis benda uji : Bahan limbah baja
Nama benda uji : Steel Slag
Asal : PT Krakatau Steel Cilegon
Keperluan : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan oleh :
1. Taufan Hendrajaya
2. Bayu Rahutomo

Saringan		Berat tertinggal Gram		Berat tertinggal %		Berat Kumulatif	
No	Ø lubang mm	I	II	I	II	I	II
1	40	5					
2	20						
3	10	515	368	51,5	36,8	51,5	36,8
4	4.75	289	353	28,9	35,3	80,4	72,1
5	2.36	81	122	8,1	12,2	88,5	84,3
6	1.18	21	39	2,1	3,9	90,6	88,2
7	0.600	8,6	13,5	0,86	1,35	91,46	89,55
8	0.300	6,6	10	0,66	1	92,12	90,55
9	0.150	9,1	13	0,91	1,3	93,03	91,15
10	P a n	69,7	81,5	6,97	8,15		
					Jumlah	587,61	552,65

Jumlah rata – rata 570,13

MODULUS HALUS BUTIR = $\frac{570,130}{100}$ X 100 % = 5,7013

Yogyakarta, 1 Maret 2003

Mengetahui

Petugas Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JL. Kaliurang KM.14.4 TELP. 895042 - 895707 FAX. 895330

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

Contoh dari : PT. Krakatau Steel
Jenis contoh : Slag (Limbah Baja)
Di test tanggal : 3 Februari 2003
Untuk Proyek : Penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan Oleh : Sukamto HM.
Diperiksa : Ir. Iskandar S, MT.

No	JENIS GRADASI SARINGAN		B BENDA UJI		
	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")			
6	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (0.5")	2500	gr	
7	12.5 mm (0.5")	09.5 mm (3/8")	2500	gr	
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	gr	
12	JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12(B)		3797	gr	
13	KEAUSAN = (A- B)/A x 100 %		24.06	%	

Yogyakarta, 3 Februari 2003
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Iskandar S, MT.

P.T. PURNA BAJA HECKETT

Address : Jl. N2 - Cigading, Cilegon 42443
Banten - Indonesia
Phone : (0254) 371132 - 371135
(0254) 392437 - 392385
Facsimile : (0254) 385560
E-mail : heckett@indo.net.id

Mail Address :
P.O. Box. 136
Cilegon 42415
Banten - Indonesia

No. : 00168

Tujuan/Dikirim Ke :
JAKARTA .

Kepada Yth. : PETUGAS POS GABUNGAN
PT. KRAKATAU STEEL

IZIN PENGELUARAN BARANG
(SURAT JALAN)

SURAT JALAN No. : 168/W [illegible]/X/2002

Harap diterima dengan baik barang-barang sbb :

No.	DESCRIPTION (NAMA BARANG)	NUR CODE	PARTS NUMBER (NOMOR-BARANG)	IDENTITAS BARANG	QTY (JML)	UNIT (SAT)	KETERANGAN
	GUIDE [illegible]				[illegible]	Kayu [illegible]	

Barang diserahkan dalam keadaan lengkap.

NAMA & TANDA TANGAN PETUGAS SECURITY YANG MEMERIKSA

Dikeluarkan dari : [illegible]
Tanggal : 11 - October 2002
Jam : 14.20
Jenis Kendaraan : Kijang
Nomor Polisi : B 2556 YL

((_____))
Nama Jelas

NAMA & TANDA TANGAN YANG MENERIMA	NAMA & TANDA TANGAN PETUGAS GUDANG	NAMA & TANDA TANGAN YANG MEMBAWA	NAMA & TANDA TANGAN PEJABAT PT. PURNA BAJA HECKETT
((_____))	(([illegible]))	(([illegible]))	((_____))
Nama Jelas	Nama Jelas	Nama Jelas	Nama Jelas

Catatan : Setelah barang diterima, 1 (Satu) surat jalan asli dikembalikan kepada pengirim setelah ditanda tangani dan diberi Cap/Stempel

1. Asli Putih : Lampiran Dokumen
2. Copy Kuning : Customer
3. Copy Merah : Security
4. Copy Biru : File

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
1	20/09/2002	Proposal ace, Lanjut konsultasi ke Pembimbing II	
2	24/9'02	- sempurnakan proposal ACC 30/9'02	
3	23/10/02	- buat terangkan laporan	
	4/12	lanjut	
	7/2 03	lanjut 5/2 03	
		revisi & lanjut	
		25/2 03 Data asl. bangunan	
		26/2 03 Acc ke DPI	
28/02/03		lengkapi, simpulan, saran	