

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	02	02	98 - 103	2017	2252 - 5009

JURUSAN TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK-UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

TIM EJOURNAL

Ketua Penyunting:

Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T

Penyunting:

1. Prof.Dr.E.Titiek Winanti, M.S.
2. Prof.Dr.Ir.Kusnan, S.E,M.M,M.T
3. Dr.Nurmi Frida DBP, MPd
4. Dr.Suparji, M.Pd
5. Hendra Wahyu Cahyaka, ST., MT.
6. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
7. Dr.Erina,S.T,M.T.
8. Drs.Suparno,M.T
9. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
10. Dr.Dadang Supryatno, MT

Mitra bestari:

1. Prof.Dr.Husaini Usman,M.T (UNJ)
2. Prof.Dr.Ir.Indra Surya, M.Sc,Ph.D (ITS)
3. Dr. Achmad Dardiri (UM)
4. Prof. Dr. Mulyadi(UNM)
5. Dr. Abdul Muis Mapalotteng (UNM)
6. Dr. Akmad Jaedun (UNY)
7. Prof.Dr.Bambang Budi (UM)
8. Dr.Nurhasanyah (UP Padang)
9. Dr.Ir.Doedoeng, MT (ITS)
10. Ir.Achmad Wicaksono, M.Eng, PhD (Universitas Brawijaya)
11. Dr.Bambang Wijanarko, MSi (ITS)
12. Ari Wibowo, ST., MT., PhD. (Universitas Brawijaya)

Penyunting Pelaksana:

1. Drs.Ir.Karyoto,M.S
2. Krisna Dwi Handayani,S.T,M.T
3. Arie Wardhono, ST., M.MT., MT. Ph.D
4. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
5. Eko Heru Santoso, A.Md

Redaksi:

Jurusan Teknik Sipil (A4) FT UNESA Ketintang - Surabaya

Website: tekniksipilunesa.org

Email: REKATS

DAFTAR ISI

Halaman

TIM EJOURNAL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
• Vol 2 Nomer 2/rekat/17 (2017)	
PEMANFAATAN BATU APUNG DALAM PEMBUATAN BETON RINGAN DENGAN PENAMBAHAN LUMPUR SIDOARJO (LUSI) SEBAGAI SUBTITUSI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN DAN POROSITAS	
<i>Abdul Ra'uf Alfansuri, Arie Wardhono,</i>	01 – 11
ANALISA SISA MATERIAL DAN PENANGANANNYA PADA PROYEK APARTEMEN ROYAL CITYLOFT SURABAYA	
<i>M. Alfin Ahfiyatna, Didiek Purwadi,</i>	12 – 23
PENGARUH PENYIRAMAN TERHADAP KUAT TEKAN DAN PERMEABILITAS PAVING STONE GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG	
<i>Raditya Eko Kurniawan, Arie Wardhono,</i>	24 – 35
STUDI POLA OPERASI WADUK WONOREJO UNTUK PLTA	
<i>Pandra Christanty Suharto, Kusnan,</i>	36 – 41
ANALISIS NILAI PRODUKTIVITAS PEKERJAAN PEMASANGAN DINDING PRECAST PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT	
<i>Fani Febri Dewi Utami, Mas Suryanto HS,</i>	42 – 54
PRODUKTIVITAS KELOMPOK KERJA PEMASANGAN BEKISTING DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA PADA PROYEK GEDUNG BERTINGKAT DI WILAYAH SURABAYA	
<i>Rizky Astri Widyawati, Sutikno,</i>	55 – 76
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA BAJA MODEL K-TRUSS	
<i>Ndaru Kusumo, Karyoto,</i>	77 – 86
MODEL HUBUNGAN ANTARA KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR DAN KOMPOSISI LALU LINTAS PADA JALAN PROVINSI DI KABUPATEN MOJOKERTO (Studi Kasus: Jl. Raya Mlirip, Jl. Magersari-Ngares Kidul, Jl. Raya Gempolkerep)	
<i>Rizki Inkasari, Purwo Mahardi,</i>	87 – 97

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ASBES SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON
TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELATISITAS BETON

Liga Triswasono, Sutikno, 98 – 103



UNESA
Universitas Negeri Surabaya

PENGARUH PEMANFAATAN LIMBAH ASBES SEBAGAI BAHAN TAMBAH CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON

Liga Triswasono¹

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

triswasonoliga@gmail.com

Abstrak

Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas beton merupakan parameter utama untuk menentukan mutu beton. Kuat Tekan merupakan kemampuan beton tersebut dalam menahan beban yang dipikulnya. Tolak ukur yang umum dari sifat *elastic* suatu bahan adalah modulus elastisitas beton yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk persatuan panjang sebagai akibat dari tekanan yang diberikan. Mutu beton yang akan diteliti adalah K225 (18,67 MPa), dengan variasi penambahan limbah asbes mulai dari 0%, 5%, 10%, 15% . beton yang akan diuji berumur 3, 7, 14, dan 28 hari, suhu ruangan yang digunakan sebesar 20-40 derajat celcius. Spesimen yang digunakan adalah berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dengan masing -masing variabel 3 benda uji. Bentuk pengujiannya dengan cara mengukur tegangan dengan alat *Dial Gauge* dan mengukur regangan dengan *Dial Indicator*. Kuat Tekan beton normal pada umur 28 hari, yaitu 19.04 MPa pada regangan 0.0020 ± 0.0003 mm. Kuat Tekan maksimum campuran 5% limbah asbes sebesar 19,49 MPa pada regangan 0.00270 ± 0.00030 . Kuat Tekan yang dihasilkan campuran 10% limbah asbes sebesar 18,54 MPa pada regangan 0.00270 ± 0.00030 . Pada beton campuran 15% limbah asbes kuat tekannya sebesar 18,22 Mpa pada regangan 0.00265 ± 0.00030 . Dapat disimpulkan limbah asbes dapat meningkatkan kuat tekan yang optimumnya pada campuran 5% limbah asbes dan juga meningkatkan sifat getas beton berbahan tambah limbah asbes.

Kata Kunci: Kuat Tekan-Regangan, Limbah Asbes, Modulus Elastisitas

Abstract

Compressive Strength and Modulus of Elasticity of concrete is the main parameter for determining the quality of concrete. Compressive Strength is the ability of the concrete to withstand the burden of assuming. A common yardstick of elastic properties of a material is the modulus of elasticity of concrete which is the ratio of the pressure exerted by the change in the form of a long union as a result of pressure exerted. Quality of the concrete that will be examined is K225 (18.67 MPa), with the addition of asbestos waste variations ranging from 0%, 5%, 10%, 15%. concrete to be tested age of 3, 7, 14, and 28 days, the room temperature is used by 20-40 degrees Celsius. Specimens used is a cylinder with a diameter of 10 cm and 20 cm high with 3 variables -masing each test specimen. Forms of testing by measuring the voltage by means of Dial Gauge and measure strain with Dial Indicator. Concrete Compressive Strength of normal concrete at 28 days, which is 19.04 MPa at a stretch $0.0020 + 0.0003$ mm. Compressive Strength maximum of 5% of asbestos waste mixture of 19.49 MPa at a stretch $0.00270 + 0.00030$. Compressive Strength The resulting mixture of 10% of asbestos waste amounted to 18.54 MPa strain $0.00270 + 0.00030$. In concrete mix 15% of asbestos waste compressive strength of 18.22 MPa at a stretch $0.00265 + 0.00030$. Dapat concluded asbestos waste may increase compressive strength optimumnya on a mixture of 5% asbestos waste and also improve the properties of concrete made of brittle asbestos waste added.

Keywords: Compressive Strength-Strain, Asbestos Waste, Modulus of Elasticity

¹ Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi menyebabkan perkembangan ilmu pengetahuan di bidang konstruksi bangunan. Konstruksi ini memerlukan kekuatan yang cukup lama serta ketahanan yang serupa. Salah satu bahan konstruksi itu adalah Beton. Sedangkan dalam beton sendiri memerlukan komposisi yang optimum antara bahan - bahan pembentuknya. Antara lain semen, agregat kasar, agregat halus, air serta bahan campuran lain yang diperlukan.

Perekonomian ini akan dapat teratasi dengan tanggapnya masyarakat untuk meningkatkan penggunaan barang - barang yang tidak memiliki nilai harga sama sekali untuk menjadi barang yang bernilai dan berguna bagi semua orang, misalnya pemanfaatan limbah industri, barang - barang tradisional yang didaur ulang sehingga dapat dijadikan sebagai bahan tambah maupun alternative pengganti. Salah satunya adalah pemanfaatan limbah asbes yang dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti pembuatan beton konvensional.

Asbes (*asbestos*) merupakan mineral-mineral berbentuk serat halus yang terjadi secara alamiah. Sesuai definisi yang diberikan oleh *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), ada enam jenis mineral yang dikategorikan sebagai bahan asbes, yaitu: *chrysotile*, *riebeckite*, *grunerite*, *actinolite*, *anthrophyllite*, dan *thermolite*. Dilihat dari sudut pandang ilmu kimia, asbes adalah suatu zat terdiri dari magnesium-calsium-silikat berbangun serat dengan sifat fisiknya yang sangat kuat.

Asbes atau asbestos merupakan bahan tambang, yang terdiri dari serat silikat mineral dan komposisi kimiawi yang berbeda, lebih tahan dengan asam dan api dari pada bahan lainnya. Asbes memiliki 2 bentuk, *serpentin* dan *amphibole*, terbuat dari magnesium silikat murni. Terdapat banyak jenis serat asbes tetapi yang paling umum

dipakai adalah *chrysotile*, *grunerite* (asbes *amosite*) dan *riebeckite* (asbes *crocidolite*), semuanya merupakan silikat magnesium berantai hidrat kecuali *crocidolite* yang merupakan silikat natrium dan besi. *crocidolite* dan *amosite* mempunyai kandungan besi yang besar. *chrysotile* terdapat dalam lembaran lembaran yang menggulung, membentuk serat-serat berongga seperti tabung dengan diameter sekitar 0,03 milimikron (Abraham, 1992) .

METODE

1. Alat dan Bahan

- Alat uji tekan & dial gauge, digunakan untuk menguji kuat tekan beton silinder. Hydraulic Universal Testing Machine WE – 600B, 360 V, produksi China atau yang lebih dikenal dengan Dial Gauge ini sudah dikalibrasi pada tanggal 2 November 2015 oleh PT. Eastern Pro Engineering.
- Pasir yang digunakan pasir Lumajang



Gambar 1. Hydraulic Universal Testing Machine

- Kerikil yang dipakai merupakan kerikil yang berasal dari Pandaan.
- Semen untuk kontrol menggunakan semen merek Semen Gresik.
- Limbah asbes yang diperoleh dari PT. Adhimas, Malang.

2. Mix Design

Mix design yang dipakai mengacu pada penelitian SNI 03-2834-2000

Tabel 1. Mix Design SNI 03-2834-2000

Dalam Kg	Mix 1	Mix 2	Mix 3	Mix 4	Total
PC	0%	5%	10%	15%	2000

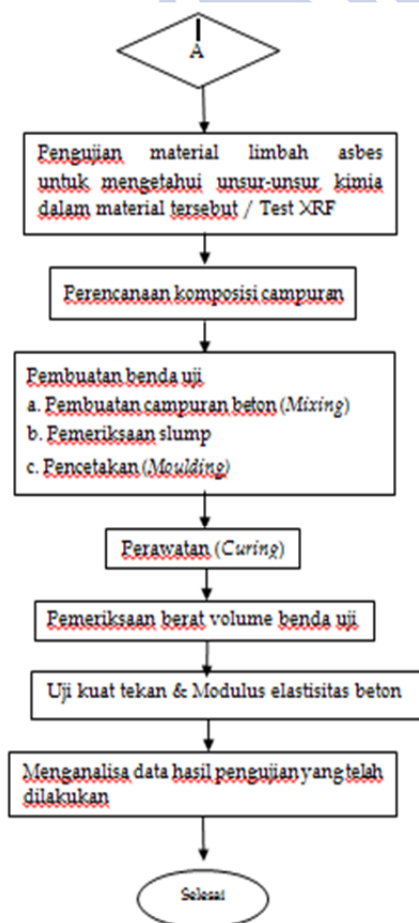
Agregat halus	541	541	541	541	2165
Agregat kasar	1034	1034	1034	1034	4140
Limbah asbes	0	25	50	75	150
Air	233	233	233	233	934

Penentuan jumlah sampel penelitian sebanyak 3 buah spesimen pada tiap-tiap variabel percobaan. untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2. Penentuan Jumlah Sampel

		Hari ke-			
		3	7	14	28
Perbandingan Substitusi Semen	0%	3	3	3	3
	5%	3	3	3	3
	10%	3	3	3	3
	15%	3	3	3	3

3. Metode Eksperimen



Gambar 2. Diagram Alir Metode Eksperimen

a. Tahap Persiapan, meliputi:

- 1) Pengambilan material pasir di toko bangunan
- 2) Pengambilan limbah asbes

b. Tahap Pengujian Material

- 1) Agregat Halus, meliputi: Uji *specify Grafty, Absorbtion, Unit Weight, Soil Content, Fineness Modulus, Organic Impuriy, Soundness*, dan Gradasi.
- 2) Agregat Kasar, meliputi: Uji *specify Grafty, Absorbtion, Unit Weight, Soil Content, Fineness Modulus, Organic Impuriy, Soundness*, dan Gradasi.
- 3) Limbah Asbes, meliputi: Tes XRF.

c. Tahap Pembuatan dan Pencampuran

Ditinjau dari sisi ekonomi, penggunaan mesin aduk untuk pengerjaan beton yang besar justru akan menurunkan biaya (*cost*). Campuran beton yang dihasilkan pun biasanya akan bersifat lebih homogen dan plastis. Pengadukan dengan mesin ini dilakukan sesuai dengan manual alat aduknya (Mulyono, 2003). Ketentuan mengenai waktu pengadukan yang ditetapkan dalam ASTM C.94.

Tabel 3. Waktu Pengadukan Minimal

Kapasitas Mixer (m3)	ASTM C.94 dan ACI 318
0.8-3.1	1 menit
3.8-4.6	2 menit
7.6	3 menit

d. Tahap Pengujian Silinder

- 1) Slump
- 2) Kuat tekan (*Compressive Strength*)
- 3) Modulus elastisitas beton

e. Untuk mengukur diperlukan alat dial indicator. Alat ini bekerja dengan mengukur setiap perubahan panjang. Dengan cara seperti itu bisa diketahui besarnya rangkasan.

f. Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data yang didapat disajikan berupa grafik atau diagram sesuai dengan kaidah statistik deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

1. Limbah Asbes yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah sisa pembuangan dari PT. Adhimas Asbes yang berupa butiran debu. Pengujian komposisi

kimia limbah asbes dilakukan dengan uji XRF di Laboratorium Universitas Negeri Malang. Hasil dari pengujian limbah asbes yang diperoleh disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Komposisi Kandungan Fly Ash

Compound	Conc (%)
Al	1.1 +/- 0.03
Si	5.74 +/- 0.04
K	0.1 +/- 0.01
Ca	75.27 +/- 0.49
Ti	0.71 +/- 0.01
V	0.04 +/- 0.003
Cr	0.18 +/- 0.005
Mn	0.24 +/- 0.008
Fe	10.7 +/- 0.1
Ni	0.22 +/- 0.005
Cu	0.074 +/- 0.002
Zn	0.03 +/- 0.009
Sr	0.94 +/- 0.009
Mo	1.9 +/- 0.03
In	2.4 +/- 0.009
Ba	0.1 +/- 0.04
Eu	0.07 +/- 0.03
Yb	0.2 +/- 0.006
Re	0.33 +/- 0.02

Hasil Uji Slump

Tabel 5. Hasil Uji Slump

KODE	Trial ke-	Slump Test
(Mix 1)	1	11
	2	12
	3	12
5%LA (Mix 2)	1	11
	2	10
	3	11
10%LA (Mix 3)	1	11
	2	9
	3	10
15%LA (Mix 4)	1	8
	2	10
	3	10

Unit Weight

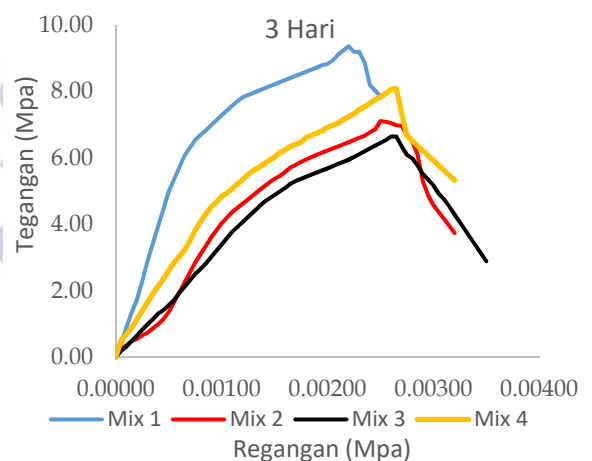
Tabel 6. Berat Volume Rata-rata Benda Uji

Hari	Berat rata - rata (Kg)			
	Mix 1	Mix 2	Mix 3	Mix 4
3	3,76	3,85	3,90	3,96
7	3,73	3,80	3,89	3,97
14	3,76	3,88	3,91	4,00
28	3,78	3,85	3,93	3,99

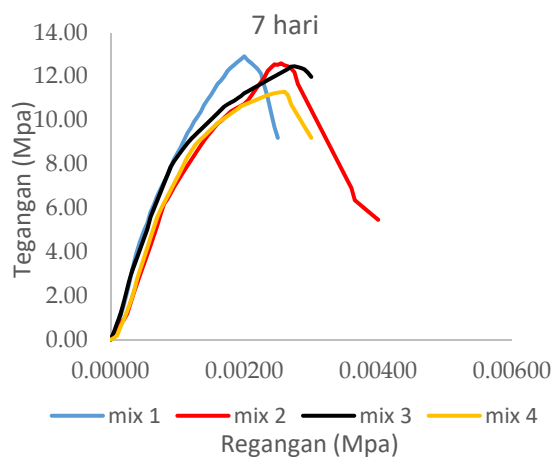
Tegangan-Regangan

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Uji Tegangan-Regangan

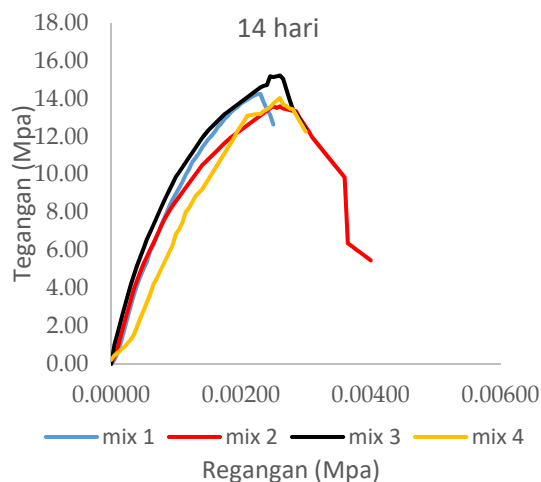
Keterangan		3	7	14	28
Mix 1	σ (Mpa)	9,36	12,93	14,27	19,04
	ϵ	0,0022	0,002	0,0023	0,002
Mix 2	σ (Mpa)	7,11	12,61	13,63	19,49
	ϵ	0,0024	0,0025	0,0025	0,0027
Mix 3	σ (Mpa)	6,65	12,48	15,24	18,54
	ϵ	0,0026	0,0027	0,0026	0,0027
Mix 4	σ (Mpa)	8,09	11,32	14,06	18,22
	ϵ	0,0026	0,0026	0,0026	0,00265



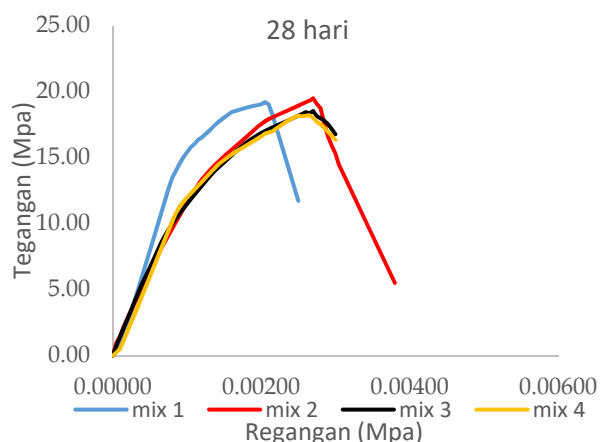
Gambar 3. Grafik Tegangan-Regangan 3 hari



Gambar 4. Grafik Tegangan-Regangan 7 hari



Gambar 5. Grafik Tegangan-Regangan 14 hari



Gambar 6. Grafik Tegangan-Regangan 28 hari

Tegangan (Compressive Strenght)

Secara umum, tegangan diartikan sebagai besarnya kuat tekan dalam satuan luas, atau secara sistematis ditulis dengan rumus $\sigma = P/A$. Tegangan beton normal pada umur 28 hari, yaitu 19.04 MPa. Kuat tekan beton dengan variasi asbes masih lebih tinggi. Pada Tabel 7 juga menjelaskan bahwa penggunaan limbah asbes secara total menyebabkan penurunan terhadap kuat tekan beton. penggunaan limbah asbes 10 % dan 15% menyebabkan penurunan kekuatan. Hal ini dimungkinkan oleh waktu perawatan untuk benda uji hanya sebatas 28 hari saja. Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut.

Asbes dapat meningkatkan kuat tekan pada beton konvensional. Pada Tabel 7 dapat diketahui Kuat Tekan maksimum campuran 5% limbah asbes sebesar 19,49 MPa pada regangan 0.00270 ± 0.00030 . Kuat Tekan yang dihasilkan campuran 10% limbah asbes sebesar 18,54 Mpa pada regangan 0.00270 ± 0.00030 . Pada beton campuran 15% limbah asbes kuat tekannya sebesar 18,22 Mpa pada regangan 0.00265 ± 0.00030 .

Campuran yang optimum beton berbahan tambah limbah asbes yaitu pada campuran mix 2 dengan penambahan 5% limbah asbes Tegangan maksimum campuran ini sebesar 19.49 Mpa pada regangan 0.00270 ± 0.00030 . peningkatan mutu beton terjadi pada mix 1 ke mix 2 sebesar 0,45Mpa sedangkan penurunan terjadi pada mix 2 ke mix 3 sebesar 0,95 Mpa.

Regangan

Bentuk kurva dari beton normal berbentuk seperti setengah parabola. Ini dikarenakan tegangan yang terjadi pada awal cukup besar. Hasil pengujian perilaku tegangan regangan beton diperoleh tegangan rata-rata maksimum, regangan maksimum, regangan rata-rata pada beban puncak dan bentuk diagram tegangan regangan beton. Diagram tegangan regangan beton hasil eksperimen dibandingkan dengan tegangan regangan masing-masing campuran. Dari bentuk diagram tegangan regangan hasil eksperimen ini akan dapat diketahui perilaku beton dalam memikul beban.

Regangan yang terjadi pada beton variasi Limbah Asbes cenderung lebih panjang, rata-rata diatas $0.0025+0.00030$. Regangan beton sudah sesuai dengan persyaratan SNI-03-1726-2002 yang menyebutkan regangan maksimum 0.0030. Sedangkan pada beton normal regangan yang terjadi antara $0.00200+0.00030$. Pada umur

28 hari pada penelitian ini tegangan maksimum dari beton normal lebih rendah dari mix 2. Kurva tegangan-regangan pada beton pada penelitian ini pun cenderung naik.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh penambahan limbah asbes pada beton konvensional sebagai berikut:
 - Campuran yang optimum beton normal penambahan limbah asbes yaitu pada campuran mix 2 dengan penambahan 5% limbah asbes. Tegangan maksimum campuran ini sebesar 19.49 Mpa lebih besar dari beton normal 19.04 Mpa.
 - Tegangan maksimum beton terus meningkat seiring dengan bertambahnya umur, namun regangan yang terjadi bervariasi.
2. Pengaruh penambahan limbah asbes pada beton konvensional terhadap regangan pada tegangan maksimum sebagai berikut, meliputi:
 - Tegangan maksimum beton normal terus meningkat seiring dengan bertambahnya umur, namun regangan yang terjadi tetap berkisar 0.002 ± 0.00030 .
 - Regangan yang terjadi pada beton variasi limbah asbes cenderung lebih panjang, rata-rata diatas 0.0026 ± 0.00030 . Regangan beton sudah sesuai dengan persyaratan SNI-03-1726-2002 yang menyebutkan regangan maksimum 0.0030.
3. Penambahan limbah asbes dapat meningkatkan sifat getas dari beton konvensional.

Saran

Dari uraian diatas dan merujuk kepada hasil penelitian, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik disarankan beberapa hal sebagai berikut

1. Variasi pada campuran limbah asbes sebaiknya diperbanyak untuk mengetahui hasil yang optimum.
2. Perlu penelitian lebih lanjut dengan limbah asbes tipe yang lainnya.
3. Untuk penelitian selanjutnya, dicoba dengan beberapa alternatif molaritas yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C33-03, 2003, *Standard Specification for Concrete Aggregates*, US
- ASTM C39-03, 2003, *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, ASTM International, US
- ASTM C94-04, 2004, *Standard Specification for Ready-Mix ed Concrete*, US
- ASTM C143-05, 2005, *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*, US
- ASTM C469-02, 2002, *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*, US
- Cahyono ,Daru ,Setiyo dan Rosyid Kholilur Rohman. 2013.'' Pemanfaatan Limbah Asbes Untuk Pembuatan Batako (141m)''. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (Konteks 7) Universitas Sebelas Maret (UNS) - Surakarta, 24-26 Oktober 2013.
- Guswandi dan Kurniawan, Rio. 2008.''Pengaruh Penggunaan Kulit Kerang Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton''. Disampaikan Pada Seminar Nasional Industri Dan Teknologi [Snit] 2008 Bengkalis, 03-04 Desember 2008.
- Katrina ,Gemelly. 2014.'' Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir Dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton Mutu K-225''. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan Vol. 2, No. 3, September 2014.
- Sarwono, Jhonatan. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif & Kualitatif*. Yogyakarta:Graha Ilmu
- SNI 03-2834, 2000, Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, BSN
- Sugiyono. 2013. *Cara Mudah Menyusun Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Bandung:Alfabeta
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung:Alfabeta
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung:Alfabeta