

JURNAL REKAYASA TEKNIK SIPIL

REKATS



UNESA

Universitas Negeri Surabaya



JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL	VOLUME:	NOMER:	HALAMAN:	SURABAYA	ISSN:
	01	01	42 - 48	2016	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. Dr.Naniek Esti Darsani, M.Pd
6. Dr.Erina,S.T,M.T.
7. Drs.Suparno,M.T
8. Drs.Bambang Sabariman,S.T,M.T
9. 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. Agus Wiyono,S.Pd,M.T
4. 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 1 Nomer 1/rekat/16 (2016)

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GAS ASETILEN PENGANTI FLY ASH TERHADAP KUALITAS GENTENG BETON SESUAI SNI 0096:2007

Ian Syahril Hidayat Has, Suprpto,..... 01 - 06

MANAJEMEN RESIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN VENETIAN GRAND SUNKONO LAGOON DI SURABAYA

Septiana Posmarito, Karyoto,..... 07 - 14

KUALIFIKASI PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN TUKANG PASANG BATU NON-SERTIFIKASI BERDASARKAN SKKNI PADA PROYEK PERUMAHAN SESDERHANA DI WILAYAH SIDOARJO

Satria Herdananda, Didiek Purwadi,..... 15 - 23

ANALISIS PENYEBAB KERUNTUHAN TEBING SUNGAI JAGIR WONOKROMO RIVER IMPROVEMENT SURABAYA

Dwi Ratih Wesesa, Djoni Irianto,..... 24 – 32

ANALISA PENANGGULANGAN BANJIR PADA SISTEM DRAINASE DAS SIDOKARE KABUPATEN SIDOARJO DENGAN MENGGUNAKAN HEC-RAS

Rossi Eka Mayasari, Djoni Irianto,..... 33 - 41

HUBUNGAN TEGANGAN-REGANGAN GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG (FLY ASH) DAN LIMBAH KERANG PADA TEMPERATUR NORMAL

Mokhamad Rusdha Maulana, Arie Wardhono,..... 42 - 48

HUBUNGAN TEGANGAN-REGANGAN GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR ABU TERBANG (FLY ASH) DAN LIMBAH KERANG PADA TEMPERATUR NORMAL

Mokhamad Rusdha Maulana¹, Arie Wardhono²

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

¹rozdamaulana@outlook.com, ²ariewardhono@unesa.ac.id

Abstrak

Bahan bangunan yang paling populer dan paling sering digunakan adalah semen. Namun bahan bangunan ini tidak cukup ramah terhadap lingkungan untuk digunakan dalam jangka panjang. Untuk membuat 1 ton semen, dihasilkan 0.55 ton CO₂ dan dari hasil pembakaran bahan bakar sebesar 0.40 ton. Secara sederhana 1 ton semen menghasilkan hampir 1 ton CO₂ (Davidovits, 1994). Salah satu pengganti semen adalah *fly ash* dan kuat tekan beton dengan *fly ash* untuk jangka panjang masih belum mencapai tegangan yang di harapkan (f_c). Selain itu beton *fly ash* cenderung tidak segetas beton normal. Salah satu cara untuk meningkatkan kuat tekan beton dengan cara menambah unsur CaO, yang ada pada kulit kerang. Kulit kerang jika dimanfaatkan bisa menjadi pengganti semen karena senyawa kimia dari kulit kerang mengandung silika, alumina, dan zat kapur (Siregar, 2009). Tegangan beton OPC atau beton normal pada umur 28 hari, yaitu 19.98 MPa pada regangan 0.0020 ± 0.0003 . Tegangan maksimum campuran 100% *fly ash* sebesar 16.96 MPa pada regangan 0.00280 ± 0.00030 . Tegangan yang dihasilkan campuran 10% kulit kerang sebesar 18.17 MPa pada regangan 0.00250 ± 0.00020 . Pada beton campuran 30% kulit kerang, kuat tekannya bertambah menjadi 19.32 MPa. Tegangan maksimum campuran 30% kulit kerang sebesar 19.32 MPa pada regangan 0.00260 ± 0.00010 . Campuran 50% kulit kerang - 50% *fly ash*, tegangan maksimumnya sebesar 18.26 MPa pada regangan 0.0025 ± 0.00030 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan maksimum beton geopolimer dengan penambahan kerang tercapai pada penambahan kerang sebesar 30% dengan kuat tekan sebesar 19.32 MPa dan regangan 0.0025 ± 0.00030 . Kuat tekan ini lebih kecil dari beton normal yaitu 19.98 MPa lebih kecil dari 19.98 MPa. Namun regangan beton dengan kulit kerang menunjukkan nilai lebih besar 0.0025 ± 0.00030 lebih besar dari 0.0020 ± 0.0003 dan lebih kecil dari penggunaan 100% *fly ash* yaitu sebesar 0.00280 ± 0.00030 . Dapat disimpulkan serbuk kulit kerang dapat meningkatkan kuat tekan yang optimumnya pada campuran 30% kulit kerang - 70% *fly ash*, dan juga meningkatkan sifat getas beton berbahan dasar *fly ash* pada beton geopolimer.

Kata Kunci: Tegangan-Regangan, Fly Ash, Kulit Kerang, Alkali Aktivator

Abstract

Building materials are the most popular and most commonly used is cement. But this was not enough building materials friendly to the environment to be used in the long term. To make 1 ton of cement it produced 0.55 tons of CO₂ from the burning of fuel of 0.40 tons. Simply put 1 ton of cement produced nearly 1 ton of CO₂ (Davidovits, 1994). One replacement for cement is fly ash and compressive strength of concrete with fly ash for the long term still has not reached the expected compressive strength (f_c). In addition, fly ash concrete tend to be brittle normal concrete. One way to improve the compressive strength of concrete by adding the element of CaO, that of the oyster. clam shells if harnessed could be a substitute for cement due to chemical compounds from oyster containing silica, alumina, and calcium (Siregar, 2009). Compressive strength by OPC concrete or normal concrete at 28 days, which is 19.98 MPa strain 0.0020 ± 0.0003 . The maximum compressive strength of 100% fly ash mixture at 16.96 MPa strain 0.00280 ± 0.00030 . Compressive strength generated mix 10% oyster of 18.17 MPa at strain 0.00250 ± 0.00020 . In the concrete mix 30% oyster, compressive strength increased to 19.32 MPa. The maximum compressive strength mix 30% oyster of 19.32 MPa at a strain 0.00260 ± 0.00010 . Mix 50% oyster - 50% fly ash, at 18.26 MPa maximum stress on the strain 0.0025 ± 0.00030 . The results showed that the maximum compressive strength geopolimer concrete with the addition of clam shells was reached on the addition of 30% compressive strength at 19.32 MPa and strain 0.0025 ± 0.00030 . The compressive strength is smaller than normal concrete is 19.98 MPa worse than 19.98 MPa. But the strain of concrete with oyster showed greater value 0.0025 ± 0.00030 greater than 0.0020 ± 0.0003 and less than 100% utilization of fly ash in the amount of 0.00280 ± 0.00030 . Oyster can be concluded powder can enhance optimum compressive strength at 30% mixture of shells - 70% fly ash, and also increases the brittle nature of concrete made from fly ash on geopolimer concrete.

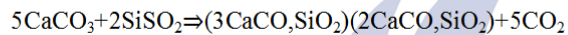
Key words: Stress-Strain, Fly Ash, Oyster, Alkaline Activator

¹ Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya

² Dosen Pengajar, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya

PENDAHULUAN

Salah satu bahan bangunan yang populer adalah semen atau *portland cement*. *Portland cement* ditemukan oleh Joseph Aspdin dari Leeds pada tahun 1824. Istilah *Portland cement* digunakan untuk menerangkan suatu benda yang dibentuk dengan memanaskan campuran tanah keras halus dengan kapur atau batu kapur di dalam suatu tungku sampai pada suatu suhu yang cukup tinggi untuk membuang seluruh karbondioksida (CO₂). Untuk membuat 1 ton semen, menghasilkan 0.55 ton CO₂ dan dari hasil pembakaran bahan bakar sebesar 0.40 ton. Secara sederhana 1 ton semen menghasilkan hampir 1 ton CO₂ (Davidovits, 1994) yang berdasarkan reaksi:



Di sisi lain, Indonesia juga merupakan negara maritim. Itu artinya negara Indonesia sangat kaya akan sumber daya lautnya, salah satunya kerang laut. Kerang laut (*Anadara grandis*) adalah salah satu kerang yang banyak terdapat di perairan Indonesia dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena kandungan proteinnya yang tinggi. Namun ada bagian dari kulit kerang yang tidak bisa dikonsumsi, yaitu kulit kerang. Kulit kerang yang menumpuk bisa menjadi limbah rumah tangga (Siregar dalam Annisa, 2009). Kabupaten Sidoarjo merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur yang menjadi produsen kerang darah. Menurut data dari Dinas Perikanan Jawa Timur, Sidoarjo merupakan daerah penghasil kerang darah di Jawa Timur. Pada tahun 2004, produksi kerang darah hasil tangkap di kabupaten tersebut mencapai 364,1 ton (Anonymous dalam Retyoadhi dkk, 2005)

Dewasa ini kulit kerang hanya dimanfaatkan untuk kerajinan tangan serta perhiasan. Tentunya kulit kerang yang dipakai untuk hal tersebut merupakan kulit kerang pilihan yang masih bersifat utuh atau bagus. Padahal kulit kerang jika dimanfaatkan bisa menjadi pengganti semen karena senyawa kimia dari kulit kerang mengandung silika, alumina, dan zat kapur (CaO) kurang lebih 66,70% yang bersifat pozzolan (Siregar, 2009).

Bukan tanpa kelemahan, beton *geopolymer* juga memiliki kekurangan. Selain pembuatannya yang lebih rumit dibandingkan dengan beton konvensional, beton *geopolymer* juga memerlukan suhu yang cukup tinggi untuk melakukan polimerisasi. Tingginya suhu yang dibutuhkan untuk membuat beton *geopolymer*, membuat beton jenis ini sulit diterapkan di lapangan. Selain itu, belum ada *mix design* yang pasti secara resmi untuk membuat beton *geopolymer*. Sehingga penelitian ini merupakan penelitian baru untuk menyelesaikan permasalahan diatas.

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.



Gambar 1. Hydraulic Universal Testing Machine

- Pasir yang digunakan pasir Lumajang
- Kerikil yang dipakai merupakan kerikil yang berasal dari Pandaan.
- Semen untuk kontrol menggunakan semen merek Semen Gresik.
- Fly ash* termasuk jenis *fly ash F* yang diperoleh dari CV. Dwi Mitra Surya, Surabaya.

2. Mix Design

Mix design yang dipakai mengacu pada penelitian Nath & Sarker (2014)

Tabel 1. *Mix Design* Nath & Sarker

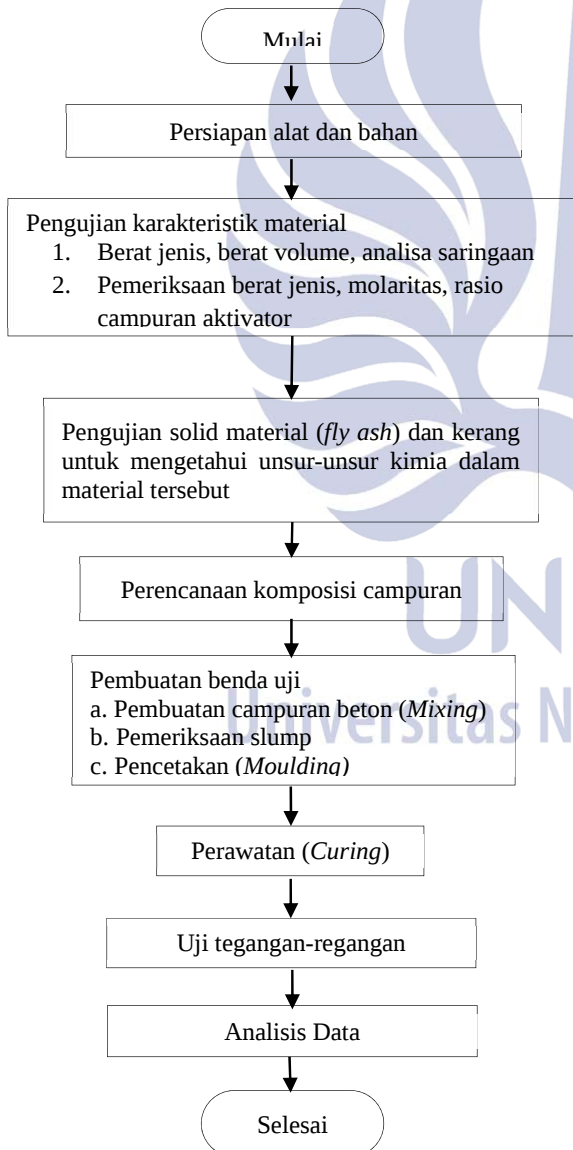
Kg	Mix 1	Mix 2	Mix 3	Mix 4	Mix 5
	OPC	100% FA	90% FA	70% FA	50% FA
		0% Add	10% Add	30% Add	50% Add
Kerikil	1329.90	1329.90	1329.90	1329.90	1329.90
Pasir	716.10	716.10	716.10	716.10	716.10
Semen	440.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fly ash	0.00	440.00	396.00	308.00	220.00
Oyster	0.00	0.00	44.00	132.00	220.00
Sodium silicate	105.60	105.60	105.60	105.60	105.60
Sodium hydroxide	70.40	70.40	70.40	70.40	70.40

Penentuan jumlah sampel penelitian sebanyak 3 buah spesimen pada tiap-tiap variabel percobaan. untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Jumlah Sampel

Keterangan		Hari ke-				
		3	7	14	21	28
Penambahan kulit kerang	OPC (Mix 1)	3	3	3	3	3
	0% (Mix 2)	3	3	3	3	3
	10% (Mix 3)	3	3	3	3	3
	30% (Mix 4)	3	3	3	3	3
	50% (Mix 5)	3	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 *fly ash*
- 3) Pengambilan serbuk kulit kerang di Sidoarjo
- 4) Pembelian material lain seperti NaOH, SiO₃, dll

b. Tahap Pengujian Material

- 1) Agregat Halus, meliputi: Uji *specify* *Grafiti*, *Absorbtion*, *Unit Weight*, *Soil Content*, *Fineness Modulus*, *Organic Impuriy*, *Soundness*, dan Gradasi.
- 2) Agregat Kasar, meliputi: Uji *specify* *Grafiti*, *Absorbtion*, *Unit Weight*, *Soil Content*, *Fineness Modulus*, *Organic Impuriy*, *Soundness*, dan Gradasi.
- 3) Fly Ash dan Serbuk Kulit Kerang, 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.

Adapun tahap - tahap pencampuran sebagai berikut:

- 1) Sebelum dicampur dengan bahan-bahan lain, *sodium hidroksida* dan *sodium silicate* yang sudah ditakar sesuai dengan kebutuhan bahannya, dicampur bersama untuk membentuk larutan alkali.
- 2) Bahan-bahan beton kemudian dimasukkan kedalam *mixer* selama 2 menit. Untuk agregat halus dan agregat kasar harus dalam keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*), sedangkan untuk *fly ash* dan serbuk kulit kerang dicampur dalam keadaan kering.
- 3) Larutan alkali ditambahkan secara berangsur-angsur.
- 4) Total pengadukan dilanjutkan selama 3-5 menit. Pengadukan disarankan tidak melebihi 5 menit, untuk menghindari *setting time* yang cepat dari beton *geopolymer*.

d. Tahap Pengujian Silinder

- 1) Slump
- 2) Kuat tekan (*Compressive Strength*)

- e. Untuk mengukur diperlukan alat dial indicator. Alat ini bekerja dengan mengukur setiap perubahan panjang. Dengan cara seperti itu bisa diketahui besarnya regangan.
- 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. *Fly ash* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *fly ash type F* (ASTM C618-03) dari abu sisa pembakaran batu bara Jawa Power Paiton. Pengujian komposisi kimia *fly ash* dilakukan dengan uji XRF di Laboratorium Universitas Negeri Malang. Hasil dari pengujian *fly ash* yang diperoleh dari CV. Dwi Mitra seperti yang disajikan pada tabel dibawah ini.

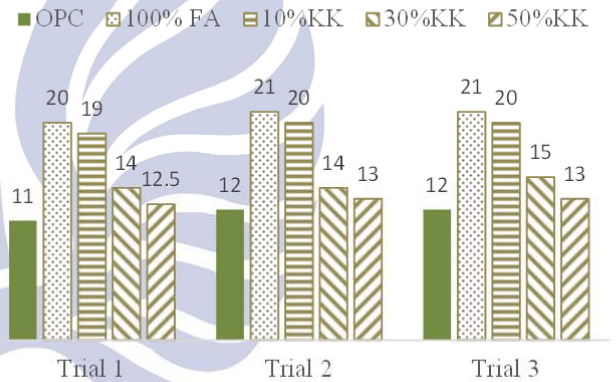
Tabel 3. Komposisi Kandungan *Fly Ash*

No	Zat Penyusun	% Massa
1	SiO ₂	17.9
2	Fe ₂ O ₃	59.08
3	CaO	12.7
4	TiO ₂	0.94
5	SO ₃	0.89
6	Al ₂ O ₃	4.8
7	TiO	0.94
6	K ₂ O	0.72

Hasil Uji Slump

Tabel 5. Hasil Uji Slump

KODE	Trial ke-	Slump Test
OPC (Mix 1)	1	11
	2	12
	3	12
100% FA (Mix 2)	1	20
	2	21
	3	21
90%FA+10%SK (Mix 3)	1	19
	2	20
	3	20
70%FA+30%SK (Mix 4)	1	14
	2	14
	3	15
50%FA+50%SK (Mix 5)	1	12.5
	2	13
	3	13



Gambar 3. Hasil test Slump

2. Kerang yang sudah ditumbuk dan dihaluskan, sebelum dilakukan mix design dilakukan dulu pengujian XRF.

Unit Weight

Tabel 6. Berat Volume Rata-rata Benda Uji

Tabel 4. Komposisi Serbuk Kulit Kerang

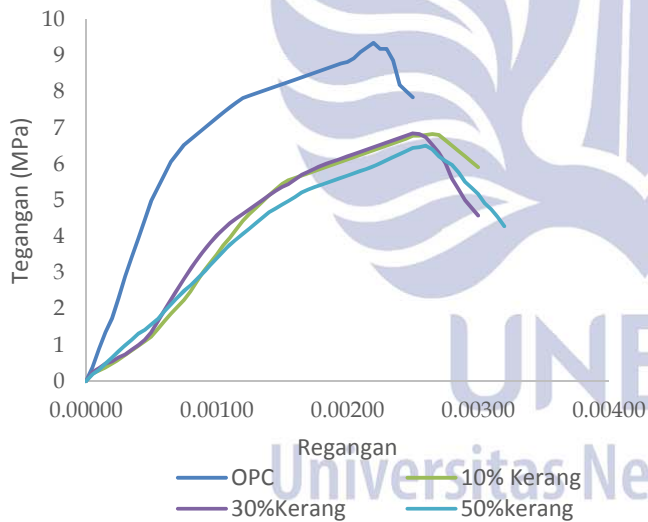
No	Parameter	Kadar %
1	SiO ₂	2.3
2	K ₂ O	0.21
3	CaO	92.18
4	TiO ₂	0.25
5	MnO	0,28
6	Fe ₂ O ₃	2.56
7	CuO	0.043
8	SrO	1.01

Hari	Berat Volume rata-rata (Kg/m ³)				
	Mix 1	Mix 2	Mix 3	Mix 4	Mix 5
3	2394.9	2394.9	2605.1	2611.5	2624.2
7	2394.9	2420.4	2579.6	2592.4	2611.5
14	2394.9	2509.6	2528.7	2598.7	2605.1
21	2439.5	2522.3	2515.9	2579.6	2592.4
28	2484.1	2535.0	2496.8	2535.0	2579.6

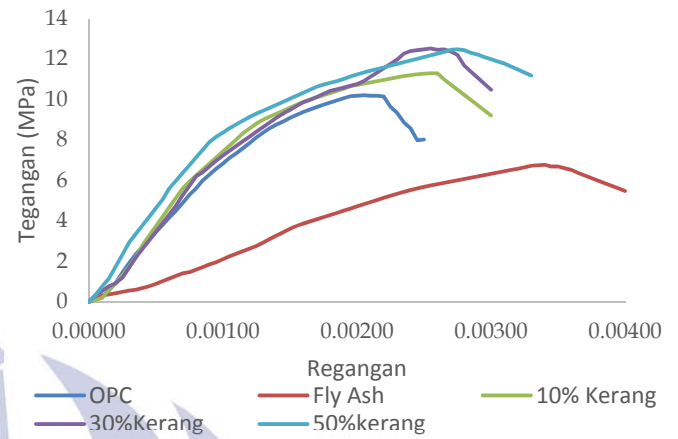
Tegangan-Regangan

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Uji Tegangan-Regangan

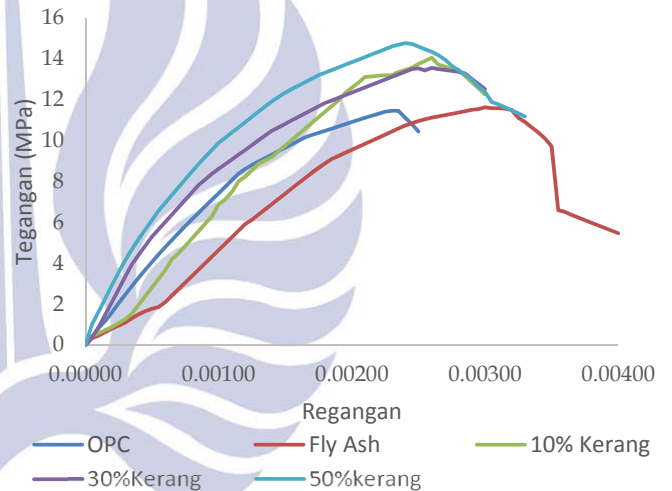
Keterangan		3	7	14	21	28
Mix 1	σ (Mpa)	9.36	10.19	11.46	14.85	19.98
	ϵ	0.0021	0.002	0.0023	0.002	0.002
Mix 2	σ (Mpa)	-	6.77	11.63	15.92	16.96
	ϵ	-	0.0034	0.003	0.003	0.0028
Mix 3	σ (Mpa)	6.84	11.3	14.06	15.2	18.17
	ϵ	0.0026	0.0025	0.0026	0.0025	0.0025
Mix 4	σ (Mpa)	11.23	12.53	13.57	15.63	19.32
	ϵ	0.0023	0.0026	0.0026	0.0025	0.00265
Mix 5	σ (Mpa)	11.23	12.48	13.97	16.99	18.26
	ϵ	0.0025	0.0028	0.0026	0.0025	0.0026



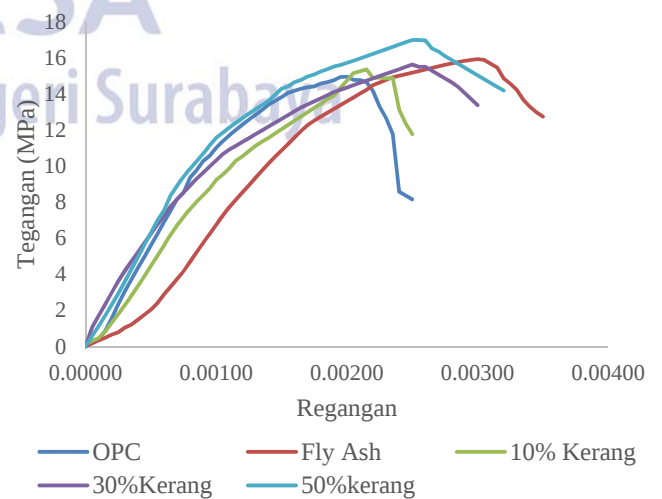
Gambar 4 Grafik Tegangan-Regangan 3 hari



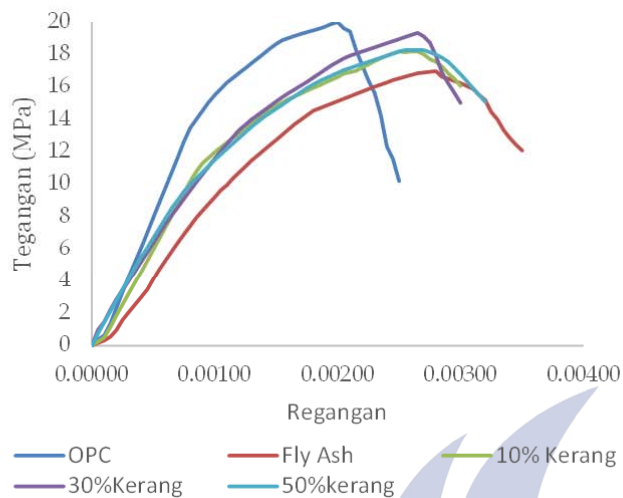
Gambar 5. Grafik Tegangan-Regangan 7 hari



Gambar 6. Grafik Tegangan-Regangan 14 hari



Gambar 7. Grafik Tegangan-Regangan 21 hari



Gambar 8. 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 OPC atau beton normal pada umur 28 hari, yaitu 19.98 MPa. Kuat tekan beton dengan variasi kulit kerang dan *fly ash* masih lebih rendah. Pada Tabel 7 juga menjelaskan bahwa penggunaan *fly ash* secara total menyebabkan penurunan terhadap kuat tekan beton. Menurut Nabal (2014), penggunaan *fly ash* dengan kadar 100% *fly ash* – 0% *portland cement* 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.

Kerang dapat meningkatkan kuat tekan pada beton *geopolymer*. Pada Tabell 7 dapat diketahui tegangan maksimum dari mix 2 (100% *fly ash*) sebesar 16,96 MPa pada regangan 0.00280 ± 0.00030 , lebih rendah dari pada campuran beton yang lain. Untuk kuat tekan beton maksimum dari campuran 10% kulit kerang sebesar 18.17 MPa. Terjadi peningkatan pada 9.12% dari kuat tekan campuran beton yang menggunakan 100% *fly ash*.

Pada beton campuran 30% kulit kerang, kuat tekannya bertambah menjadi 19.32 MPa, sehingga mengalami kenaikan sebesar 16.03% dari mix 2. Tapi beton tersebut masih lebih rendah 1.82% dari beton normal yang kuat tekannya mencapai 19.98 MPa. Saat campuran ditambah lagi dengan 20% lagi menjadi 50% kulit kerang : 50% *fly ash*, kuat tekan menjadi menurun 5.59% menjadi 18.26 MPa. Pada penelitian kadar optimum beton yaitu pada campuran 30% Kulit kerang : 70% *fly ash*.

Campuran yang optimum beton geopolimer yaitu pada campuran mix 4 dengan perbandingan 30% Kulit kerang dan 70% *Fly Ash*. Tegangan maksimum campuran ini sebesar 19.32 MPa pada regangan 0.00260 ± 0.00010 , meskipun belum memenuhi target 19.80 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.

Salah satu unsur dari serbuk kulit kerang adalah SiO_2 yang berfungsi sebagai pembentuk C_3S atau trikalsium silikat yang berfungsi sebagai zat perekat pada semen. Dengan senyawa yang terkandung pada serbuk cangkang kerang memiliki senyawa yang terkandung dalam semen maka serbuk cangkang kerang dapat digunakan sebagai bahan substitusi semen (Liemewan, 2015). Unsur trikalsium silikat akan mengeras dalam beberapa jam dengan melepas panas, jika kadarnya tinggi cepat mengeras. Kandungan pada kerang yang paling dominan yaitu CaO . Senada dengan penelitian Syapoetri (2013) bahwa CaO yang tinggi menyebabkan proses pengikatan yang berjalan dengan lambat, tetapi kuat tekan beton akan meningkat.

Regangan yang terjadi pada beton variasi *fly ash* dan kulit kerang 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 seperti yang disajikan grafik pada gambar 8, tegangan maksimum dai beton OPC masih paling tinggi. Kurva tegangan-regangan pada berbagai macam beton geopolymer pada penelitian ini pun cenderung konstan. Selain itu, penambahan *fly ash* juga menyebabkan panas hidrasi berkurang, sehingga beton yang dihasilkan tidak segetas beton normal (Hernando, 2009).

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai slump dari beton normal lebih konstan yaitu sebesar 12 ± 1 cm di tiap-tiap spesimen. Nilai slump pada beton geopolimer cenderung lebih tinggi. Pada campuran 100% *fly ash*, nilai slump rata-rata lebih dari 20 cm. Serbuk kulit kerang dapat menurunkan nilai slump.
2. Tegangan maksimum beton normal terus meningkat seiring dengan bertambahnya umur, namun regangan yang terjadi tetap berkisar 0.002 ± 0.00030 .
3. Campuran yang optimum beton geopolimer yaitu pada campuran mix 4 dengan perbandingan 30% Kulit kerang dan 70% *Fly Ash*. Tegangan maksimum campuran ini sebesar 19.32 Mpa pada regangan 0.00265.
4. Penambahan serbuk kulit kerang dapat meningkatkan sifat getas dari beton geopolimer.

Saran

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

1. Pemanfaatan tumbukan kulit kerang – *fly ash* pada beton harus digabungkan dengan bahan binder lain untuk dapat meningkatkan kuat tekannya.
2. Variasi pada campuran serbuk kulit kerang dan *fly ash* sebaiknya diperbanyak untuk mengetahui hasil yang optimum.
3. Perlu penelitian lebih lanjut dengan *fly ash* tipe yang lainnya.
4. Untuk penelitian selanjutnya, dicoba dengan beberapa alternatif molaritas yang lain.

Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete, ASTM International, US.

ASTM C618-12a, 2013, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete, US

Davidovits, Joseph. 1991. Geopolymer : Inorganic Polymeric New Material. Dimuat dalam Journal of Thermal Analysis. Vol. 37 (1633-1655)

Hernando, Fandhi. 2009.” Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Superplasticizer Dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Fly Ash”. Tugas Akhir tidak diterbitkan. Yogyakarta Universitas Islam Indonesia

Nabal, Alfred RJ, Lustiana RC, Hendrikus Kake Pondong. 2014. Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. UAJY

Nath, P, and PK Sarker. 2014. Effect of GGBFS on setting, workability and early strength properties of fly ash geopolymer concrete cured in ambient condition. Dimuat dalam Jurnal Construction and Building Materials 66 (2014) 163–171

Mulyono, Tri. 2003. Teknologi Beton. Jakarta: Andi

Siregar, Shinta Marito. 2009. Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Eksposi Terhadap Karakteristik Beton Polimer. Tesis tidak diterbitkan. Medan. PPs Universitas Sumatera Utara

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-Mixed Concrete, US
- ASTM C143-05, 2005, Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete, US
- ASTM C618-03, 2003, Standard Specification for ‘Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for