

## Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil

[Beranda](#) [Tentang Kami](#) [Login](#) [Cari](#) [Terkini](#) [Arsip](#) [Informasi](#) [e-Journal UNIKA](#) [Download Template](#)

[Beranda](#) > **VOL 2 No 2 September 2019**

## Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil



**Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil**  
Fak Teknik UNIKA Santo Thomas

Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS) UNIKA Santo Thomas Sumatera Utara meliputi kajian di bidang Teknik khususnya Teknik Sipil seperti Matematika teknik, Mekanika teknik, Analisis struktur, Konstruksi baja, Konstruksi beton, Konstruksi kayu, Konstruksi gelas, Mekanika tanah, Teknik Pondasi, Hidrologi, Hidrolika, Bangunan air, Manajemen konstruksi, Dinamika Struktur, Earthquake engineering, Informatika, Ilmu Ukur Tanah, Struktur bangunan sipil, Rekayasa Jalan Raya, serta penelitian-penelitian lain yang terkait

Terbit dalam 2 (dua) kali setahun yaitu pada bulan Maret - April dan Agustus - September

[Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil](#)

### VOL 2 NO 2 SEPTEMBER 2019

September 2019

#### DAFTAR ISI

#### ARTIKEL

<b>Pengaruh Epoxy Terhadap Sifat Mekanik Beton Dengan Bahan Tambah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus</b> <b>Ade LISANTONO, Evander TANDEAN</b>	<b>75-84</b>
Analisis Kondisi Keruntuhan Dan Beban Tekuk Kolom Profil Baja Hendry Tanoto KALANGI, Jonie TANIJAYA, Ronald Likar WITANTO	85-96
Pengaruh Perubahan Kadar Air pada Sifat-Sifat Tanah Organik yang distabilisasi dengan Limbah Karbit dan Abu Ampas Tebu John Tri HATMOKO, Luky HANDOKO	97-108
Hubungan Antara Pola Tutupan Lahan Terbangun Dan Laju Infiltrasi Air Hujan Krisantos R. BELA, Engelbertha N. BRIA SERAN, Mauritius I.R. NAIKOFI, Don Gaspar Noesaku DA COSTA	109-120
Adopsi Life Cycle Costing Untuk Bangunan Gedung Diklat Muara Enim Peter KAMING, Ign. Himawan LIANO, W. Alexander SIGIT	121-132
Analisis Faktor-Faktor Eksternal Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Pada Pekerjaan Pembuatan Batako Sebastianus Baki HENONG, Reginaldo Ch. LAKE	133-140
Kajian Infrastruktur Ramah Lingkungan Di Perkotaan Wulfram I. ERVIANTO	141-148

**Didukung oleh:**



#### [Open Journal Systems](#)

#### [Bantuan Jurnal](#)

#### Pengguna

Nama   
 Pengguna   
 Kata Sandi   
 Ingat Saya

#### Notifikasi

» [Lihat](#)  
 » [Langganan](#)

#### Isi Jurnal

Cari   
 ##plugins.block.navigation.sea

#### Telusuri

» [Berdasarkan Terbitan](#)  
 » [Berdasarkan Penulis](#)  
 » [Berdasarkan Judul](#)  
 » [Jurnal Lain](#)

#### Ukuran Huruf

#### Informasi

» [Untuk Pembaca](#)  
 » [Untuk Penulis](#)  
 » [Untuk Pustakawan](#)

#### Terbitan Terkini

#### Langganan

» [Login untuk memverifikasi langganan](#)

**Program Studi Teknik Sipil - S1**

Fakultas Teknik

Universitas Katolik Santo Thomas

Jl. Setiabudi No. 479 F Tanjungsari - Medan Email : obed\_sito@yahoo.com

**p-ISSN : 2614-5707**

## Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil

[Beranda](#) [Tentang Kami](#) [Login](#) [Cari](#) [Terkini](#) [Arsip](#) [Informasi](#) [e-Journal UNIKA](#) [Download Template](#)

[Beranda](#) > [Tentang Kami](#) > [Dewan Editorial](#)

### Dewan Editorial

#### EDITOR

[Mr. TONNI LIMBONG](#), FIKOM, Universitas Katolik Santo Thomas, Indonesia  
[Mr Oloan Sitohang](#), Indonesia  
[Mrs Shanty Silitonga](#), Indonesia

#### Didukung oleh:



#### Program Studi Teknik Sipil - S1

Fakultas Teknik  
 Universitas Katolik Santo Thomas  
 Jl. Setiabudi No. 479 F Tanjungsari - Medan Email : [obed\\_sito@yahoo.com](mailto:obed_sito@yahoo.com)

**p-ISSN : 2614-5707**

#### [Open Journal Systems](#)

#### [Bantuan Jurnal](#)

#### Pengguna

Nama   
 Pengguna   
 Kata   
 Sandi   
 Ingat Saya

#### Notifikasi

» [Lihat](#)  
[Langganan](#)

#### i Jurnal

ari  
  
 ##plugins.block.navigation.sea

#### Telusuri

» [Berdasarkan Terbitan](#)  
 » [Berdasarkan Penulis](#)  
 » [Berdasarkan Judul](#)  
 » [Jurnal Lain](#)

#### Ukuran Huruf

#### Informasi

» [Untuk Pembaca](#)  
 » [Untuk Penulis](#)  
 » [Untuk Pustakawan](#)

#### Langganan

Login untuk memverifikasi langganan

# PENGARUH EPOXY TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON DENGAN BAHAN TAMBAH KACA SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT HALUS

Ade Lisantono<sup>1</sup>, Evander Tandean<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jalan Babarsari No. 44, Yogyakarta

Telp. (0274) 487711

E-mail: adelisantono@mail.uajy.ac.id, evtandean@gmail.com,

## ABSTRAKS

Bahan susun beton pada umumnya terdiri dari semen, air, pasir dan kerikil. Untuk meningkatkan daya lekat bahan susun beton, salah satunya dengan menambahkan epoxy dalam beton. Sedangkan untuk membuat beton kedap air, salah satunya adalah dengan menambahkan serbuk kaca yang diharapkan dapat mengisi rongga udara dalam beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya rekat epoxy terhadap kaca dengan agregat dalam campuran beton. Substitusi agregat halus dengan kaca sebesar 50 % dan penggunaan epoxy sebanyak 10% dari berat semen. Benda uji berupa silinder berukuran (150 × 300) mm. Dibuat pula benda uji berukuran (500 × 100 × 100) mm. Pengujian dilakukan pada umur beton 14 dan 28 hari. Dibuat tiga variasi, yaitu beton normal, beton dengan serbuk kaca, dan beton dengan serbuk kaca ditambah epoxy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi serbuk kaca dapat meningkatkan sifat mekanik beton, sedangkan penambahan epoxy tidak berpengaruh secara signifikan terhadap sifat mekanik beton yang diberi serbuk kaca.

*Kata Kunci:* beton, epoxy, serbuk kaca, sifat mekanik beton.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan bahan bangunan untuk pekerjaan konstruksi terus meningkat seiring dengan berkembangnya zaman. Dunia teknologi bahan konstruksi mengalami kemajuan yang pesat dari tahun ke tahun. Salah satu contoh yaitu perkembangan teknologi beton. Hal ini dikarenakan beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam proyek konstruksi. Beton merupakan campuran dari semen, kerikil, pasir, dan air. Beton memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi, proses pembuatannya mudah sekaligus dimensinya dapat disesuaikan dengan bentuk yang diinginkan, serta dengan harga yang relatif terjangkau. Pada kondisi tertentu, beton dapat diberikan bahan tambah dalam kadar tertentu dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan dari beton tersebut khususnya dalam hal kuat tekan dan daktilitas.

Berbagai penelitian yang telah dilakukan (Nugrahani, 2014 dan Yulius, 2015) menunjukkan bahwa penambahan zat *epoxy* pada beton dapat meningkatkan kualitas serta menutupi kelemahan dari beton itu sendiri. *Epoxy* yang dipakai pada campuran beton umumnya adalah *epoxy resin*. Selain menambahkan *epoxy*, beton tersebut juga akan ditambahkan kaca guna untuk mengurangi limbah kaca dari suatu industri yang sudah tidak memiliki nilai jual lagi. Nugrahani (2014) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa penambahan *epoxy* pada beton dengan umur 28 hari dapat meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan *epoxy*. Sedangkan Yulius (2015) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa *epoxy* memiliki karakteristik yang baik dan cocok untuk digunakan dalam campuran beton, sehingga dapat bereaksi dengan baik.

Berbagai penelitian yang telah dilakukan (Fanisa, 2013 dan Ayu, 2014) menunjukkan bahwa penambahan kaca sebagai substitusi agregat halus dapat membuat beton menjadi kedap air karena partikel-partikel kaca yang kecil dapat mengisi rongga-rongga dalam beton sehingga membuat beton menjadi kedap air. Selain kedap air, beton dengan tambahan kaca dapat meningkatkan kuat tekannya. Beton dengan tambahan kaca merupakan beton yang ramah lingkungan karena memanfaatkan limbah kaca sebagai campuran dalam beton. Fanisa (2013) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa kuat tekan beton terus mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase bubuk kaca pada beton. Sedangkan Ayu (2014) dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa semakin besar penambahan tumbukan kaca sebagai substitusi agregat halus maka semakin besar nilai kuat lentur beton.

Melihat latar belakang yang telah disampaikan di atas, maka masih diperlukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan zat *epoxy* terhadap beton normal dengan tambahan kaca terhadap sifat mekanik beton, yaitu kuat tekan, kuat lentur dan modulus elastisitas.

### 1.2 Tinjauan Pustaka

Resin *epoxy* atau secara umum di pasaran dikenal dengan bahan epoxy adalah salah satu dari jenis polimer yang berasal dari kelompok thermoset. Resin thermoset adalah polimer cair yang diubah menjadi bahan padat secara polimerisasi jaringan silang dan juga secara kimia, membentuk formasi rantai polimer tiga dimensi. Resin epoxy banyak digunakan untuk bahan struktural, sehingga pada beton penggunaan resin epoxy dapat

mempercepat proses pengeringan, karena epoxy menimbulkan panas dan dapat membantu percepatan pengerasan (Gemert, 2004).

Kaca adalah material padat yang bening dan transparan (tembus pandang), biasanya rapuh. Jenis yang paling banyak digunakan selama berabad-abad adalah jendela dan gelas minum. Kaca dibuat dari 75% silikon dioksida (SiO<sub>2</sub>), plus Na<sub>2</sub>O, CaO dan beberapa zat tambahan (Hendra, 2014). Limbah kaca merupakan limbah yang banyak dihasilkan dari kehidupan masyarakat terutama di kota besar dan kota lainnya, limbah kaca setiap hari semakin meningkat volumenya karena banyak kegiatan manusia yang menghasilkan kaca, sebagian besar limbah kaca langsung dibuang ke lahan terbuka, hal ini tentu saja akan mencemari lingkungan mengingat kaca merupakan material yang tidak dapat didaur ulang secara alami oleh alam (Ayu, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Joksan (2015) pada beton normal yang ditambahkan resin epoxy dengan proporsi penambahan sebesar 20%, 25%, 30%, 35%, 40% (dengan persentase berat dari total agregat). Dari beberapa proporsi yang digunakan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi optimum diperoleh pada perbandingan 65:35% didapatkan kuat tekan 6,80 MPa, dan kuat tarik belah sebesar 1,75 MPa. Percobaan dilakukan dengan menggunakan beton berumur 24 jam atau 1 hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Yulius (2015) pada beton normal yang ditambahkan resin epoxy dan abu vulkanik Gunung Sinabung, dimana resin epoxy sebagai material polimer. Benda uji dibuat sebanyak 5 sampel untuk beton polimer dan untuk beton normal 5 sampel dengan variasi: (5% abu + 5% epoxy), (12% abu + 7% epoxy), (25% abu + 10% epoxy) dengan mutu beton normal rencana sebesar 17,50 MPa. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa besarnya kuat tekan yang dihasilkan untuk masing-masing variasi di atas secara berurutan adalah: 14,83 MPa, 22,53 MPa, 25,36 MPa, sedangkan beton normal memiliki kuat tekan sebesar 18,74 MPa. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan kuat tekan beton dapat dicapai dengan menggunakan epoxy lebih dari 5%.

Penelitian yang dilakukan oleh Nugrahani (2014) pada beton polimer yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah yang telah banyak dikembangkan, salah satunya dengan limbah cangkang kerang dan lumpur Sidoarjo. Cangkang kerang dan lumpur Sidoarjo dipakai sebagai nanokalsit dan nanosilika yang dipakai sebagai filler pada beton polimer. Hasil pengujiannya diperoleh bahwa beton polimer dengan komposisi 10% kalsit + 10% silika mendapatkan kuat tekan yang paling besar yaitu 218,39 MPa, kuat tarik 3,32 MPa, kuat patah 8,04 MPa.

Penelitian yang dilakukan oleh Fanisa (2013) beton dengan jumlah persentase kaca yang besar lebih dari berat pasir, membuat kuat tekan beton terus meningkat dengan berat yang semakin ringan. Namun penambahan kaca tersebut membuat workabilitas beton semakin menurun.

Penelitian yang dilakukan oleh Ayu (2014) menyatakan bahwa penambahan tumbukan botol kaca sebesar 2,5 % ini dapat menambah kuat tekan beton sebesar 7,57 % dari kuat tekan beton normal. Namun, penambahan tumbukan botol kaca sebesar 5% akan mengurangi mutu beton sebesar 3,23 %, penambahan tumbukan botol kaca sebesar 7,5% akan mengurangi mutu beton sebesar 11,10 % dan penambahan tumbukan botol kaca sebesar 10% akan mengurangi mutu beton sebesar 20,02 % dari kuat tekan beton optimum.

### 1.3 Program Eksperimental

#### a. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat kasar dari Clereng dengan diameter maksimal 20 mm,
2. Agregat halus (pasir) dari Sungai Progo dengan diameter antara 0,125-0,5 mm,
3. Semen yang digunakan adalah Semen PPC (*Pozollan Portland Cement*),
4. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
5. Zat *epoxy* yang digunakan adalah *epoxy resin adhesive* sebesar 10 % terhadap berat semen
6. Kaca yang digunakan adalah kaca yang diperoleh dengan memanfaatkan limbah dengan penambahan persentase serbuk kaca yang digunakan sebagai substitusi pasir sebesar 50% terhadap berat pasir.

#### b. Benda Uji

Benda uji berupa silinder berukuran (150 × 300) mm untuk pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas. Sedangkan untuk pengujian modulus rupture buat benda uji berukuran (500 × 100 × 100) mm. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas diuji pada umur beton 14 dan 28 hari. Sedangkan untuk modulus rupture diuji pada umur beton 28 hari. Jumlah benda uji yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Variasi Benda Uji**

Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji		
	Silinder 150 mm x 300 mm		Balok 500 mm x 100 mm x 100 mm
	Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas		Modulus Ruptures
Umur Beton	14 hari	28 hari	28 hari
Beton Normal (BN)	4	4	3
Beton Kaca (BK dengan substitusi kaca 50%)	4	4	3
Beton Kaca dan Epoksi (BKE dengan substitusi kaca 50% dan epoksi dengan kadar 10%)	4	4	3
Jumlah Total Benda Uji	12	12	9

**c. Pengujian**

Ada empat pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini, yakni:

1. Pengujian kuat tekan beton berdasarkan SNI 03-1974-1990
2. Pengujian modulus elastisitas berdasarkan SNI 2847-2013
3. Pengujian kuat lentur berdasarkan ASTM C-293
4. Pengujian *setting time* berdasarkan ASTM C-191 dan SNI 03-6827-2002

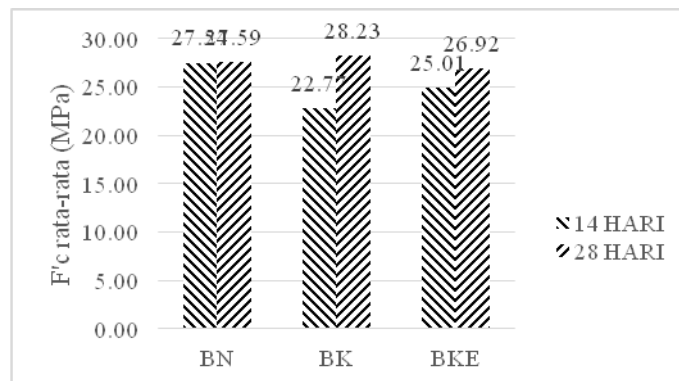
**2. PEMBAHASAN**

**2.1 Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pegujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin CTM merek ELE (Lihat Gambar 1). Jumlah sampel yang diuji sebanyak 4 benda uji setiap variasi dengan total 24 benda uji untuk 3 variasi selama 14 hari dan 28 hari. Benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan adalah silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.



**Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan Beton**



**Gambar 2. Grafik Kuat Tekan Beton Normal dengan Penambahan Kaca dan Epoxy**

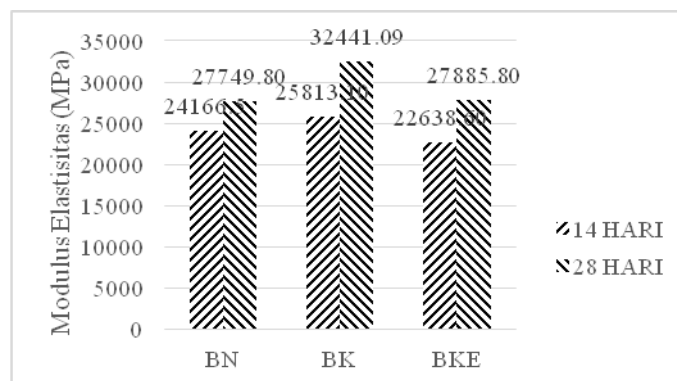
Pada Gambar 2. menunjukkan penurunan kuat tekan beton kaca dibanding dengan beton normal dengan rasio 0,81 pada umur beton 14 hari , sedangkan pada beton kaca 28 hari terjadi peningkatan dengan rasio sebesar 1,03 dan penurunan pada beton kaca epoxy dibanding beton normal dengan rasio 0,89 pada umur beton 14 hari dan penurunan pada umur beton 28 hari dengan rasio 0,98. Hal ini dapat disebabkan karena kaca yang digunakan dalam bentuk butiran kristalis yang ketika tersebar dalam adukan beton dapat menyebabkan kerekatan antar agregat beton sedikit berkurang dan kuat tekan beton yang dihasilkan cenderung menurun, tetapi dengan penambahan epoxy sebesar 10% kerekatan kaca dengan campuran dalam beton sedikit meningkat sehingga kuat tekan beton yang menggunakan kaca dan epoxy tidak menurun banyak.

## 2.2 Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pengujian modulus elastisitas dilakukan dengan menggunakan mesin UTM merek *Shimadzu* (Lihat Gambar 3). Jumlah sampel yang diuji sebanyak 8 benda uji setiap variasi dengan total 24 benda uji untuk tiga variasi. Pengujian modulus elastisitas pada penelitian ini dimulai pada beton pertama beton normal yang berumur 14 hari hingga 28 hari. Benda uji yang digunakan untuk pengujian modulus elastisitas adalah silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.



**Gambar 3. Pengujian Modulus Elastisitas Beton**



**Gambar 4. Modulus Elastisitas Beton Normal, Beton Kaca dan Beton Kaca Epoxy**

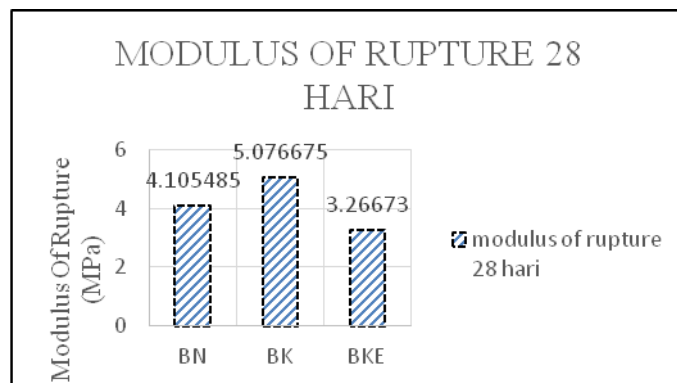
Hasil pengujian diperoleh modulus elastisitas rata-rata dari beton BN, BK dan BKE berturut-turut adalah 25615,39 MPa, 25813,05 MPa, dan 22790,99 MPa untuk pengujian modulus 14 hari, sedangkan pengujian modulus elastisitas 28 hari berturut-turut adalah 27749,76 MPa, 32441,09 MPa, 27885,85 MPa. Terlihat peningkatan nilai modulus elastisitas pada beton normal dan beton yang ditambahkan kaca dan epoxy. Hasil tersebut didapatkan bahwa nilai modulus elastisitas paling tinggi adalah spesimen BK. Hasil pengujian modulus elastisitas dan perbandingannya dapat dilihat pada Gambar 4.

### 2.3 Kuat Lentur (*Modulus of Rupture*)

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan (LSBB), Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pengujian kuat lentur dilakukan dengan menggunakan mesin UTM (Universal Testing Machine) merek *Shimadzu* (Lihat Gambar 5). Jumlah benda uji untuk masing-masing variasi ada 3 benda uji, jadi total benda uji untuk pengujian ini berjumlah 9. Benda uji untuk pengujian kuat lentur ini berbentuk balok dengan dimensi penampang 100 x 100 mm dan dengan panjang 500 mm.



Gambar 5. Pengujian Kuat Lentur Beton



Gambar 6. Grafik Hasil Kuat Lentur Beton

Gambar 6 menunjukkan bahwa untuk beton kaca memiliki kuat lentur yang lebih besar yaitu sebesar 5,076675 MPa, sedangkan untuk beton normal dan beton kaca epoxy memiliki kuat lentur yang lebih kecil sebesar 4,105485 MPa dan 3,26673 MPa.

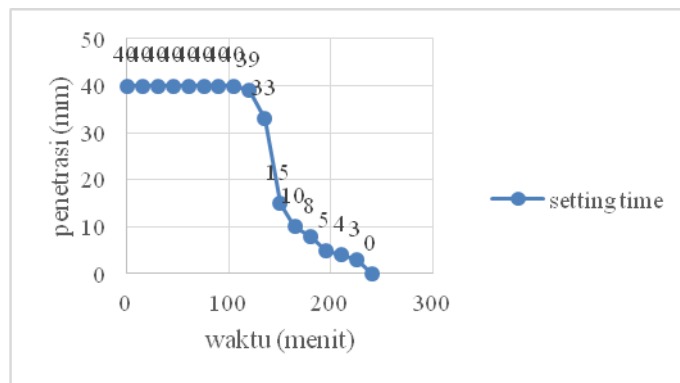
### 2.4 Setting Time

Pengujian waktu ikat awal dilakukan dengan alat jarum vicat (Lihat Gambar 7). Jumlah benda sample yang diuji sebanyak 1 benda uji dengan satu variasi. Pengujian waktu ikat awal ini dimulai dengan membuat pasta semen dari campuran semen, pasir, kaca, epoxy dan air. Pengujian ini dilakukan guna untuk mengetahui waktu ikat epoxy dengan campuran pasta tersebut dengan kadar epoxy 10% dari berat semen. Benda uji yang digunakan untuk pengujian waktu ikat awal adalah kerucut terpacung dengan diameter bawah 70 mm, diameter atas 60 mm, dan tinggi 40 mm.





**Gambar 7. Pengujian *Setting Time* Beton**



**Gambar 8. Grafik Waktu Ikat Awal Campuran Semen dengan Kaca dan Epoxy**

Hasil pengujian diperoleh total waktu yang diperlukan pasta untuk mengeras adalah 240 menit. Pada Tabel 2 terlihat bahwa penetrasi pasta semakin pendek ketika mencapai waktu 150 menit, waktu yang diperlukan beton normal untuk mengeras adalah berkisar selama 2 jam. Hasil waktu ikat awal dapat dilihat pada Gambar 8.

**Tabel 2 Hasil Pengujian Waktu Ikat Awal Pasta Semen dengan Penambahan Kaca dan Epoksi**

Pukul	Interval Waktu (menit)	Penetrasi (mm)
11.45	0	40
	15	40
	30	40
	45	40
12.45	60	40
	75	40
	90	40
	105	40
13.45	120	39
	135	33
	150	15
	165	10
14.45	180	8
	195	5
	210	4
	225	3
15.45	240	0

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan beton normal tanpa serbuk kaca lebih tinggi dibandingkan beton normal dengan substitusi serbuk kaca 50% dengan rasio penurunan sebesar 0,81 pada umur 14 hari dan rasio peningkatan sebesar 1,03 pada umur 28 hari, sedangkan beton normal dengan substitusi serbuk kaca 50% dan penambahan epoxy 10 % mengalami kenaikan kuat tekan dari pada beton normal dengan substitusi serbuk kaca 50% dengan rasio penurunan sebesar 0,89 pada umur 14 hari dan rasio penurunan sebesar 0,98 pada umur 28 hari.
2. Kuat lentur beton dengan substitusi serbuk kaca 50% lebih besar dibandingkan dengan beton normal dan beton dengan penambahan epoxy 10% dan substitusi serbuk kaca 50%.
3. Modulus elastisitas beton dengan substitusi serbuk kaca 50% sebesar 25813,05 MPa selama 14 hari dan 32441,09 MPa selama 28 hari. Modulus elastisitas beton dengan substitusi serbuk kaca 50% lebih tinggi dari pada beton normal dan beton dengan penambahan serbuk kaca 50% dan epoxy 10%.
4. Penggunaan serbuk kaca lebih besar dari 50% dapat menurunkan nilai kuat tekan beton.
5. Penambahan serbuk serbuk kaca lebih besar dari 50% dapat menjadikan *workability* beton tidak begitu baik.

### PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards. 2004. C- 191. *Standard Test Method for Time Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM C 293-94. *Standart Test Method For Flexual Strenght of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)*. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayu, S. 2014. Pengaruh Penambahan Tumbukan Limbah Botol Kaca Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton. *Jurnal Bentang*. Vol. 2 No. 1 Januari 2014, Universitas Islam 45, Bekasi.
- Fanisa, E. 2013. Pengaruh Sulfat Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Pasir dengan w/c 0,6 dan 0,65. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 1 No. 1 Desember 2013, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Gemert, V. 2004. *Cement Concrete and Concrete-Polymer Composites: Two Merging Worlds, A Report from 11<sup>th</sup> ICPIC Congress*. Belgium: Katolik Universiti Leuven.
- Hendra, P. 2014. Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen pada Campuran Beton Ditinjau dari Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 2 No. 1 Januari 2014, Universitas Bangka Belitung.
- Joksan, A. 2015. Pengaruh Resin Epoxy Terhadap Mortar Polimer Ditinjau dari Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Daya Serap Air dan Scanning Electron Microscope. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 3 No. 3 September 2015, Universitas Lampung.
- Nugrahani, P. 2014. Sifat Mekanik Beton Polimer Epoxy dengan Pengisi Partikel Nanokalsit-silika, *Jurnal Sains dan Matematika*. Vol. 2 No. 2 April 2014, Universitas Negeri Surabaya.
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- SNI 03-6827-2002. *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Menggunakan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil*. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.
- SNI 2847-2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional (BSN), Jakarta.

Yulius, R. 2015. Kuat Tekan Beton Polimer Berbahan Abu Vulkanik Gunung Sinabung dan Resin Epoxy, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 5 No. 2 September 2015, Universitas Malikussaleh.