

PENGARUH KOMPOSISI GLENIUM ACE 8590 TERHADAP SIFAT MEKANIK BETON MUTU TINGGI BERBASIS *FLY ASH* DAN *FILLER* PASIR KUARSA

Angelina Eva Lianasari¹, Yohanes Arnold Setiawan²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 43 Yogyakarta
Email: eva@mail.uajy.ac.id, eva_lianasari@yahoo.com

²Alumni Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 43 Yogyakarta
Email : yohanesarnold@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan pembangunan dalam dunia konstruksi sangat cepat hal ini dibuktikan dengan banyaknya bermunculan bangunan-bangunan *modern* yang membutuhkan mutu material penyusunannya (beton secara khusus) berkemampuan tinggi. Peningkatan performa beton masih merupakan hal yang banyak diteliti sampai saat ini. Oleh karena itu memunculkan ide penelitian pembuatan beton mutu tinggi berbasis *fly ash* dan *filler* pasir kuarsa yang didukung dengan zat kimia *additive* Glenium Ace 8590 yang berfungsi sebagai *accelerator* dan *superplasticizer* non konvensional. Dalam penelitian penggunaan *fly ash* dan *filler* pasir kuarsa masing-masing sebanyak 10%, terhadap berat semen (sebagai variabel terikat) dan penambahan komposisi Glenium Ace 8590 yang bervariasi sebesar 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% juga terhadap berat semen. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan benda uji silinder standar berukuran diameter 15cm dan tinggi 30cm. Hasil pengujian menunjukkan beton saat berumur 7 hari dengan variasi Glenium Ace 8590 sebesar 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% terhadap berat semen berturut-turut yaitu 28,5437 MPa, 38,2489 MPa, 42,3262 MPa, dan 44,2765 MPa. Terlihat bahwa hasil pengujian beton berumur 7 hari untuk kadar 1% dan 1,5% Glenium Ace 8590 telah menunjukkan performa sebagai beton mutu tinggi berdasar SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03) yang mendefinisikan beton mutu tinggi memiliki kuat tekan lebih besar dari 41,4 MPa. Benda uji saat umur 28 hari dengan komposisi Glenium Ace 8690 yang sama berturut-turut 32,3716 MPa, 43,4607 MPa, 45,7856MPa, dan 50,9017 MPa. Hasil ini menunjukkan persentase penambahan Glenium Ace 8590 belum menunjukkan harga optimum karena sampai dengan kadar 1,5% masih tertinggi (naik). Sedangkan kuat tarik belah umur 28 hari berturut-turut sebesar 2,942 MPa , 4,246 MPa, 3,48 MPa, dan 4,446 MPa, hasil tertinggi pada variasi 1,5%. Hasil pengujian modulus elastisitas berturut-turut sebesar 26168,753 MPa, 32567,053 MPa, 44080,386 MPa, 39133,548 MPa. Hasil menunjukkan kadar 1% nilai modulus elastisitasnya tertinggi.

Kata kunci: beton mutu tinggi, Glenium Ace 8590, *fly ash*, pasir kuarsa, kuat tekan, tarik belah, modulus elastisitas

1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya pada beton menimbulkan banyak penelitian tentang cara meningkatkan performa beton. Penelitian-penelitian tersebut ada yang berkonsentrasi mengenai beton mutu tinggi yang diharapkan akan dapat menanggulangi kekurangan-kekurangan yang dimiliki oleh beton biasa. Sifat-sifat beton yang paling penting dan sebagai dasar dalam penelitian tentang performanya adalah kuat tekan (*compressive strength*) dan indeks mutu beton (*quality of concrete*). Beton Mutu tinggi (*high strength concrete*) yang tercantum dalam SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03) didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa.

Penelitian tentang performa beton mutu tinggi akhir-akhir ini banyak dikembangkan dengan berbagai jenis tambahan (*admixtures* dan *additives*) untuk campuran beton, terutama *water reducer* atau *plasticizer* dan *superplasticizer*. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menunjukkan kemajuan yang sangat pesat pada teknologi beton dengan berhasil memproduksi beton mutu tinggi atau bahkan mutu sangat tinggi, yang kemudian pastinya akan terjadi perbaikan dan peningkatan hampir semua kinerja beton menjadi suatu material modern yang berkinerja tinggi.

Beton mutu tinggi memiliki kekuatan, ketahanan (keawetan), masa layan dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan beton normal. Dengan menggunakan beton mutu tinggi dimensi dari struktur dapat diperkecil sehingga berat struktur menjadi lebih ringan, hal tersebut menyebabkan beban yang diterima pondasi secara keseluruhan menjadi lebih kecil pula, jika ditinjau dari segi ekonomi hal tersebut tentu akan lebih menguntungkan. Untuk bangunan bertingkat tinggi penggunaan beton mutu tinggi dapat mengecilkan dimensi struktur kolom sehingga pemanfaatan ruangan akan semakin maksimal.

Pada beton mutu tinggi, porositas yang dihasilkan beton mutu tinggi juga lebih rapat, sehingga akan menghasilkan beton yang relatif lebih awet dan tahan sulfat karena tidak dapat ditembus oleh air dan hal lain yang merusak beton. Dalam hal mengurangi porositas pada beton sebaliknya semakin kecil penggunaan nilai faktor air semen (FAS) hal ini juga dipergunakan untuk mendapatkan beton dengan kuat tekan yang tinggi. Namun jika faktor air semen terlalu kecil pengerjaan beton akan menjadi sangat sulit, sehingga pemadatan tidak bisa maksimal dan akan mengakibatkan beton menjadi keropos, hal tersebut berakibat menurunnya kuat tekan beton. Untuk mengatasi hal tersebut dapat digunakan *superplasticizer* yang sifatnya dapat mengurangi air, penelitian ini menggunakan Glenium Ace 8590. Porositas juga dapat diakibatkan adanya partikel-partikel bahan penyusun beton yang relatif besar, sehingga kerapatan tidak dapat maksimal. Partikel terkecil bahan penyusun beton konvensional adalah semen. Untuk mengurangi porositas semen dapat digunakan aditif yang bersifat pozzolan dan mempunyai partikel yang sangat halus. Salah satunya adalah abu terbang (*fly ash*), yang merupakan sisa pembakaran batubara yang mengandung SiO_2 yang tinggi, yang dapat meningkatkan kuat tekan beton sehingga dapat berpengaruh baik terhadap struktural beton. Dan penambahan *filler* yang dalam hal ini adalah pasir kuarsa dengan ukuran yang kecil untuk semakin mengurangi porositas beton.

2. MATERIAL PENYUSUN BETON MUTU TINGGI

Kualitas beton tergantung pada bahan-bahan penyusunnya dan kualitas campurannya. Peningkatan kualitas campuran beton akan menghasilkan beton mutu tinggi. Kualitas yang baik pada campuran beton dengan bahan tambah (*admixture* dan *mineral additive*), bertujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat bahan penyusun beton dalam keadaan segar maupun setelah keras.

Abu terbang (*fly ash*) yang merupakan butiran hasil residu pembakaran batu bara atau bubuk batu bara memiliki unsure kimia silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), fero oksida (Fe_2O_3) dan kalsium oksida (CaO), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida (MgO), titanium oksida (TiO_2), alkalin (Na_2O dan K_2O), sulfur trioksida (SO_3), pospor oksida (P_2O_5) dan carbon (C). *Fly ash* dibedakan menjadi tiga, yaitu abu terbang yang normal yang dihasilkan dari pembakaran batubara antrasit atau batu bara *bitomius* (kelas F), abu terbang yang dihasilkan dari batu bara jenis *lignite* atau *subbitumeus* (kelas C), dan abu terbang yang dihasilkan dari hasil kalsinasi pozzolan alam seperti tanah *diatomice*, *shole*, *tuft*, batu apung (kelas N) (Lianasari, 2010).

Penggunaan *fly ash* pada beton segar sangat menguntungkan, keuntungannya adalah dapat memperbaiki sifat pengerjaan adukan beton (*workability*) akibat bentuk partikelnya yang bundar, mengurangi jumlah air campuran yang dibutuhkan, mengurangi jumlah panas hidrasi yang terjadi, sehingga baik untuk pembuatan beton massa karena dapat mengurangi terjadinya retak, dapat mengurangi kemungkinan terjadinya segregasi dan *bleeding*. Sedangkan pada beton keras keuntungan penggunaan *fly ash* adalah mempertinggi daya tahan terhadap lingkungan yang bersifat agresif, meningkatkan kerapatan beton, mengurangi penyusutan, mengurangi pengembangan yang disebabkan oleh reaksi alkali agregat. (Yogaswara, 1998).

Pasir kwarsa adalah bahan galian yang terdiri dari atas Kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Pasir kwarsa juga dikenal dengan nama pasir putih merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama seperti kwarsa. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di tepi-tepi sungai, danau atau laut. Pasir kwarsa mempunyai komposisi gabungan dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O . Berwarna putih atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, berat jenis 2,65, dan titik lebur 17150°C . Dalam hal ini pasir kwarsa dimanfaatkan sebagai *filler* pada beton.

GleniumACE 8590 adalah produk dari PT BASF yang merupakan polikarboksilat sebagai bahan dari *superplasticizer* yang dikembangkan untuk mencapai kekuatan awal yang tinggi (*high early strength*) sehingga cocok digunakan untuk kebutuhan manufaktur beton pracetak. Glenium ACE 8590 juga merupakan *high water reducer* yang dapat memberikan pengurangan air yang cukup tinggi dan juga memberikan kemampuan kerja yang baik untuk pencapaian kekuatan beton dengan kondisi pelaksanaan pembeton pada cuaca panas.

Pesatnya perkembangan kekuatan awal Glenium Ace 8590 memungkinkan tercapainya kuat tekan beton mendekati kuat tekan usia 28 hari. Keuntungan penggunaan Glenium Ace 8590 sebagai berikut ini : dapat digunakan untuk memperoleh adukan beton dengan nilai FAS yang rendah (mengurangi porositas dan meningkatkan kekuatan beton)

namun sifat mudah dikerjakan tetap baik, mencegah terjadinya segregasi dan *bleeding* akibat penggunaan air yang berlebihan (sifatnya yang merupakan *superplastizicer* dan *water reducer*). Aplikasi penggunaan Glenium Ace 8590 adalah dalam produksi beton pracetak (sifatnya yang cepat mengeras pada umur awal, memungkinkan produksi menjadi lancar dan cepat), workability adukan yang semakin baik, dimanfaatkan pengecoran beton yang sulit dipadatkan dengan vibrator.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental, yakni dengan melakukan percobaan langsung di laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi Glenium Ace 8590 pada beton mutu tinggi berbasis *fly ash* dan *filler* pasir kwarsa. Komposisi Glenium Ace 8590 yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% terhadap berat semen. Sedangkan pengujian benda uji yang dilakukan adalah kuat tekan beton pada umur 7 haridan 28 hari, modulus elastisitas beton pada umur 28 hari, serta tarik belah beton pada umur 28 hari.

4. HASIL PENGUJIAN

Hasil pemeriksaan abu terbang (*fly ash*) di Laboratorium Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan (BBTKL) Yogyakarta adalah seperti yang tertera pada tabel 1. Berdasarkan data hasil pemeriksaan dari Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan (BBTKL) terlihat jumlah $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ sebesar 61,27 %.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kandungan Kimiawi *Fly ash*

No	Parameter	Hasil (%)	Standar	Kesimpulan
1	Hilang Pijar (LOI)	0,52	Maks.6%	Memenuhi Syarat
2	Si sebagai SiO ₂	36,04	-	
3	Al sebagai Al ₂ O ₃	8,74	-	
4	Fe sebagai Fe ₂ O ₃	16,49	-	
5	SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	61,27	Min.70%	Tidak Memenuhi Syarat
6	Ca sebagai CaO	7,45	Maks 20%	Memenuhi Syarat
7	S sebagai SO ₃	12,06	Maks.5%	Tidak Memenuhi Syarat
8	Kadar Air (H ₂ O)	0,15	Maks.3%	Memenuhi Syarat

Catatan : Standar yang digunakan untuk *fly ash* tipe F (SNI 03-2460-1991,)

Penambahan Glenium Ace 8590 dalam beton segar ternyata dapat menambah berat beton makin tinggi (tabel 2), dikarenakan saat pengadukan Glenium membuat adukan lebih mudah dikerjakan, dituang, dan dipadatkan. Namun berat jenis beton Glenium masih masuk dalam kategori beton normal karena hasil yang terlihat dalam rerata hasil pengujian berkisar antara 2,3-2,5 gr/cm³ dan kecenderungan beton menjadi sedikit lebih berat dengan peningkatan penggunaan Glenium Ace 8590. Hal ini diyakini karena Glenium Ace 8590 membuat adukan beton makin mudah dikerjakan dan mudah dipadatkan sehingga pori terbuka pada beton mengeras akan semakin berkurang karena makin padatnya beton.

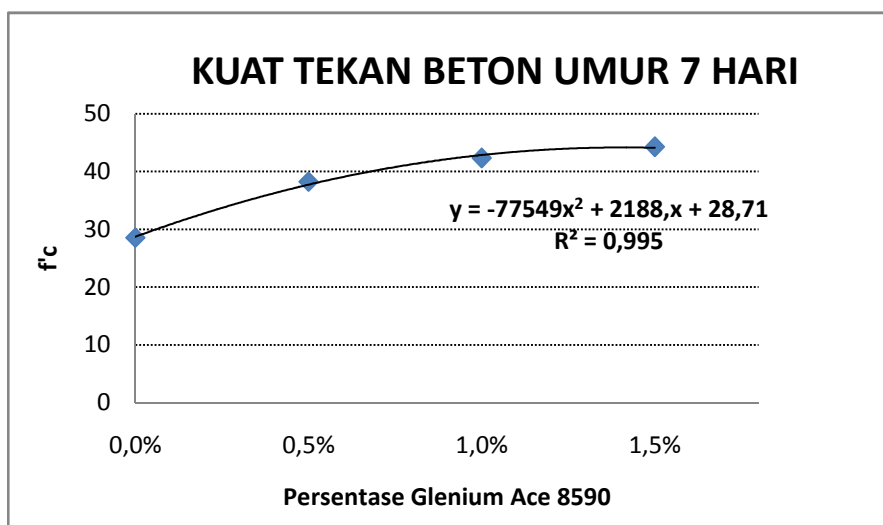
Tabel 2. Berat Jenis Beton

Kadar Glenium Ace 8590	Rerata
0%	2256.25991
0.5%	2337.51266
1%	2364.29329
1.5%	2366.63659

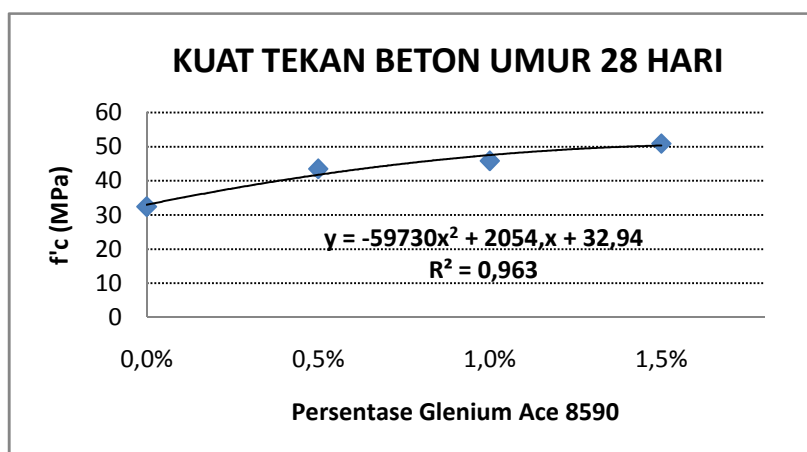
Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari. Pengujian dilakukan dengan bantuan CTM *ELE*, data hasil pengujian kuat tekan beton untuk semua umur ditunjukkan pada Tabel 3 serta grafik hasil pengujian kuat tekan beton pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi	f'c 7 Hari	f'c 28 Hari
BN	28.5437	32.3716
BG 0,5%	38.2489	43.4607
BG 1%	42.3262	45.7856
BG 1,5%	44.2765	50.9017



Gambar 1. Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari



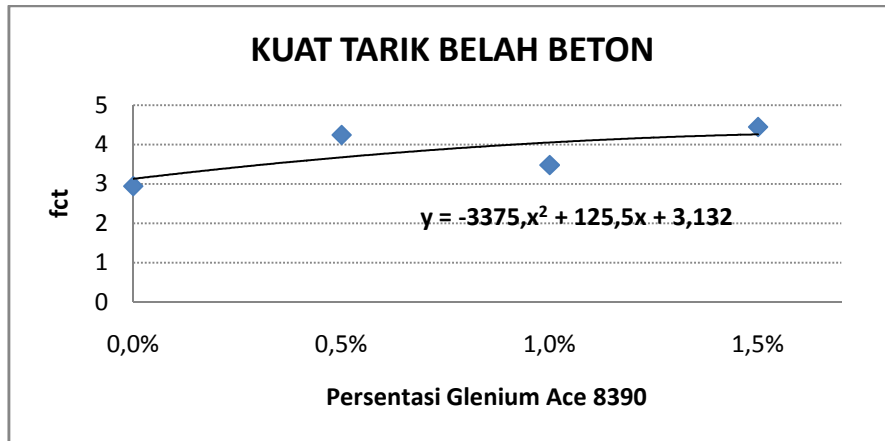
Gambar 2. Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Hasil pengujian menunjukkan beton saat berumur 7 hari dengan variasi Glenium Ace 8590 sebesar 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% terhadap berat semen berturut-turut yaitu 28,5437 MPa, 38,2489 MPa, 42,3262 MPa, dan 44,2765 MPa. Terlihat bahwa hasil pengujian beton berumur 7 hari untuk kadar 1% dan 1,5% Glenium Ace 8590 telah menunjukkan performa sebagai beton mutu tinggi berdasar SNI 03-6468-2000 (Pd T-18-1999-03) yang mendefinisikan beton mutu tinggi memiliki kuat tekan lebih besar dari 41,4 MPa. Benda uji saat umur 28 hari dengan komposisi Glenium Ace 8690 yang sama berturut-turut 32,3716 MPa, 43,4607 MPa, 45,7856 MPa, dan 50,9017 MPa. Hasil ini menunjukkan persentase penambahan Glenium Ace 8590 belum menunjukkan harga optimum karena sampai dengan kadar 1,5% masih tertinggi (naik).

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur beton 28 hari. Pengujian yang dilakukan menggunakan mesin kuat CTM ELE, hasil pengujian kuat tarik belah beton disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 3. Hasil pengujian kuat tarik belah beton menunjukkan bahwa kadar Glenium Ace 8590 sebesar 1,5% menunjukkan hasil maksimal sehingga belum dapat disimpulkan nilai optimum kadar Glenium Ace 8590 sebagai *chemical additive* dalam penelitian ini.

Tabel 4. Kuat Tarik Belah Beton

Kadar Glenium Ace 8590	Kuat tarik belah (MPa)
0 %	2.942713367
0.5 %	4.245755789
1 %	3.480518818
1.5 %	4.446050121



Gambar 3. Kuat Tekan Belah Beton Umur 28 Hari

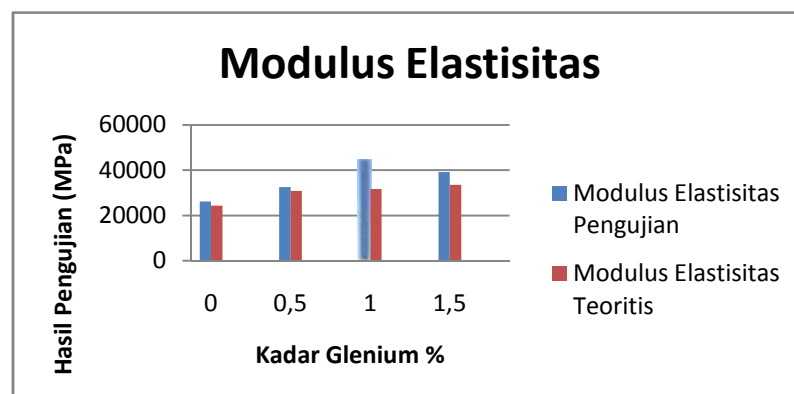
Beton memiliki deformasi yang permanen, yaitu bentuk tidak dapat kembali seperti semula setelah dibebani walau sekecil apapun beban tersebut diberikan. Ada beberapa definisi dari modulus elastisitas beton, yaitu modulus awal, modulus sekan (*secant modulus*), dan modulus tangen (*tangent modulus*). Biasanya nilai modulus *secant* berkisar pada 25-50% dari kekuatan tekan $f'c$ yang diambil sebagai modulus elastisitas beton. (Wang & Salmon, 1986).

Menurut pasal 10.5 SNI-03-2847 (2002) hubungan antara nilai modulus elastisitas beton normal dengan kuat tekan beton adalah $E_c = 4700 \sqrt{f'c}$. Nilai modulus elastisitas beton dengan Glenium lebih tinggi dari nilai modulus elastisitas teoritis untuk beton normal, rumus modulus elastisitas teoritis beton normal tidak berlaku untuk beton dengan bahan tambah Glenium.

Pengujian Modulus Elastisitas beton ini dilakukan pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan bantuan mesin tekan UTM merk Shimadzu. Data hasil pengujian modulus elastisitas beton disajikan pada tabel 5 dan serta pada diagram gambar 4.

Tabel 5. Modulus Elastisitas Beton

Variasi	Modulus Elastisitas	
	Pengujian	Teoritis
0 %	26168,753	24292,52
0.5 %	32567,053	30918,11
1 %	44080,386	31755,25
1.5 %	39133,548	33530,31



Gambar 5.7. Diagram Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas berkaitan erat dengan kepadatan dan kuat tekan, Nilai modulus elastisitas meningkat seiring dengan meningkatnya kadar Glenium, peningkatan kadar Glenium menyebabkan jumlah pori pada beton berkurang,

sehingga kuat tekan beton menjadi bertambah. Semakin tinggi kuat tekan beton maka nilai modulus elastisitas makin meningkat.

Berdasarkan hasil perhitungan modulus elastisitas beton umur 28 hari didapatkan nilai modulus elastisitas optimum beton rerata tertinggi sebesar 44080,386 MPa pada variasi Glenium Ace 8590 sebesar 1% terhadap berat semen, yang meningkatkan nilai modulus elastisitas beton hingga 40.63402% dari beton tanpa *Glenium Sky 8590*. Namun hasil diatas masih perlu dikaji kembali, karena terhadap hasil uji tidak sama dengan pengujian kuat tekan dan tarik belah.

5. KESIMPULAN

Dari data hasil pengujian, analisis data, dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Nilai kuat tekan beton rerata pada umur 7 hari dengan variasi kadar Glenium Sky 8590, 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% berturut-turut 28.5438 MPa, 38,2489 MPa, 42,3262MPa, dan 44,2765 MPa. Pada umur 7 hari kuat tekan tertinggi pada beton dengan kadar Glenium Ace 8590 sebesar 1,5% yaitu meningkat 35,53% dari beton normal tanpa Glenium.
- b. Nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan variasi kadar Glenium Ace 8590, 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% berturut-turut 32,3716 Mpa, 43,4607 MPa, 45,7856 MPa, dan 50,9017 MPa. Pada umur 28 hari kuat tekan maksimum beton dengan kadar Glenium Ace 8590 sebesar 1,5% , dengan kenaikan 36,403% dari beton normal tanpa Glenium.
- c. Nilai tarik belah beton pada umur 28 hari dengan variasi kadar Glenium Ace 8590, 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% berturut-turut 2,9427 MPa, 4,2457 MPa, 3,4805 MPa, dan 4,4461 MPa. Nilai tarik belah tertinggi pada umur 28 hari terjadi pada kadar Glenium Sky 8590 sebesar 1,5% , terjadi peningkatan sebesar 33,81% dari beton normal tanpa Glenium.
- d. Nilai modulus elastisitas beton dengan variasi kadar Glenium Ace 8590, 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5% berturut-turut 26168,753 MPa, 32567,053 MPa, 44080,386 MPa, dan 39133,548 MPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi pada beton pada kadar Glenium Ace 8590 sebesar 1% , meningkat sebesar 40,63% dari beton tanpa Glenium.
- e. Nilai kadar Glenium Ace 8590 1,5% memberikan hasil paling tinggi dalam pengujian dan secara umum dapat diambil kesimpulan bahwa beton tersebut memiliki kuat tekan yang tinggi dan kekakuan yang tinggi (ketahanan terhadap deformasi).
- f. Dalam penggunaan Glenium Ace 8590, beton pada umur 7 hari telah menunjukkan performa sebagai beton mutu tinggi dengan kekuatan di atas 41,4 MPa pada kadar Glenium 1 dan 1,5%
- g. Penggunaan Glenium Ace 8590 memberikan hasil bahwa beton yang dihasilkan menunjukkan keseluruhan varian benda uji memberikan hasil performa sebagai beton mutu tinggi, dengan kekuatan di atas 41,4 MPa.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Glenium Ace 8590, *Brochure* , <http://www.master-builders-solutions.basf.co.id/en-id/products/mastergleniumace/2506>
- Lianasari, A. E., (2010), Pemanfaatan Limbah *Fly Ash* (Abu Terbang) Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Dan *Sikament LN* Untuk Memperoleh Beton Hijau Mutu Tinggi , *Proceeding National Conference on Green Tecnology For Better Future*, ISBN 978-602-97320-1-6.
- Standar Nasional Indonesia SNI 03-2460-1991, *Abu Terbang Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton Spesifikasi*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia SNI 03 – 2847 - 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton. Untuk Bangunan Gedung*, , Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia SNI No. 03-6468-2000 Pd T-18-1999-03, *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi dengan Semen Portland dan Abu Terbang*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Wang, Chu-Kia dan Salmon, G, Charles (1986), *Desain Beton Bertulang* Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Yogaswara, H (1998), *Kuat Tekan Beton Dengan Fly Ash dan Accelerator*, Laporan Penelitian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, *unpublished*.