

TINJAUAN KUAT TEKAN TERHADAP MORTAR ECC YANG BERBAHAN DASAR FLY ASH BATUBARA

Suci Ambarini

Mahasiswa Strata-1, Program Studi Teknik Sipil,
Universitas Harapan Medan
suciambarini29@gmail.com

Abstrak

Mortar ECC adalah jenis komposit baru yang berbasis bahan rekayasa. Sifat khusus yang dimiliki ECC yang membedakannya dari bahan beton tradisional, seperti daktilitas tinggi dan perilaku micro-cracking. Untuk mendukung mortar ECC yang ramah lingkungan, maka digunakan limbah fly ash sebagai material cementitious. Variasi persentase fly ash yang digunakan yaitu sebesar 45%, 50%, 55%, dan 60% dari berat keseluruhan semen dengan jumlah benda uji untuk setiap variasinya sebanyak 2 buah. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah masa perawatan 14 hari dan 28 hari menggunakan benda uji berbentuk kubus berukuran 15cm x 15cm. Berdasarkan hasil analisa, nilai kuat tekan optimum dihasilkan oleh sampel 2b-45% pada umur perawatan 28 hari yaitu sebesar 20,5 MPa dengan kenaikan persentase sebesar 21,3% dari mortar normal. Semakin banyak persentase fly ash yang digunakan menyebabkan nilai kuat tekan yang diperoleh semakin menurun.

Kata Kunci : Fly Ash, Kuat Tekan, Mortar Ecc.

I. PENDAHULUAN

Engineered Cementitious Composites merupakan jenis komposit baru yang berbasis bahan rekayasa. *Engineered Cementitious Composites* memiliki sifat khusus seperti daktilitas tinggi dan perilaku *micro-cracking*. Karakteristik khusus ini menjadikan *Engineered Cementitious Composites* memiliki potensial yang bagus untuk diaplikasikan.

Abu terbang (*fly ash*) batubara diklasifikasikan sebagai limbah B-3 sehingga penanganannya harus memenuhi kaidah-kaidah dalam peraturan pemerintah yang berlaku. Pemanfaatan limbah B-3 adalah kegiatan penggunaan kembali (*reuse*) dan/atau daur ulang (*recycle*) dan/atau perolehan kembali (*recovery*) yang bertujuan untuk mengubah limbah B-3 menjadi produk yang dapat digunakan dan harus juga aman bagi lingkungan, pernyataan ini terdapat dalam PerMen. LH No. 2/2008.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Engineered Cementitious Composite*

Pengembangan *Engineered Cementitious Composite* bertujuan untuk menciptakan campuran yang berinteraksi mekanis lebih sinergis antara serat dan matriks.

Serta, untuk mengoptimalkan kekuatan tarik dan daktilitas dengan pengembangan pengerasan regangan semu tetapi meminimalkan kandungan serat (2% atau kurang) (Aswin, 2019).

(Wang & Li, 2007) menyatakan bahwa faktanya bahan penyusun *Engineered Cementitious Composite* menggunakan pastasemen atau mortar dengan pasir halus sebagai matriks, dan biasanya memiliki kandungan semen pada 830 sampai 1200kg/m³ (1400 hingga 2023lb/yd). Penggunaan semen dalam

kadar tinggi dapat menghasilkan panas hidrasi yang tinggi, yang mana tidak diharapkan, serta membuat biaya yang tinggi.

2.2 *Fly Ash*

Martinus (2015) menyatakan bahwa, *Flyash* adalah residu sisa pembakaran batu bara, yang berasal dari ruang pembakaran kemudian dialirkan melalui ketel berupa semburan asap, yang berbentuk partikel halus *Fly ash* adalah bahan anorganik yang berasal dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran batu bara pada unit pembangkit uap (*boiler*) akan terbentuk dua jenis abu yaitu abu terbang (*flyash*) dan abu dasar (*bottomash*).

Menurut pendapat (Hardjito, 2001) bahwa *FlyAsh* tidak mempunyai kemampuan mengikat seperti semen. Namun dengan kehadiran air serta ukuran partikelnya yang halus, oksidasilika yang dikandung oleh abu terbang akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan membentuk zat yang mempunyai kemampuan mengikat. Adanya kalsium hidroksida pada beton selama ini ditengarai sebagai asal rusaknya beton sebelum waktunya, khususnya bila beton berada pada lingkungan yang agresif. Oleh karena itu, penambahan atau penggantian sejumlah semen dengan abu terbang berpotensi menambah keawetan beton tersebut. Selama ini abu terbang tidak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja, sehingga mempunyai potensi mencemari lingkungan. Sebagai limbah PLTU berbahan bakar batu bara, *FlyAsh*, diklasifikasikan sebagai limbah berbahaya (B3).

2.3 Super plasticizer

Super plasticizer merupakan bahan tambah yang dimasukkan kedalam beton segar yang berfungsi untuk meningkatkan nilai *slump* serta memudahkan *workability*.

Super plasticizer tersusun dari asam sulfonat yang mampu membuat pasta bergerak lebih bebas mengisi pori-pori campuran.

Penambahan *super plasticizer* berpengaruh untuk mempertahankan faktor air semen yang telah direncanakan akan tetapi harus menyesuaikan dosis yang disarankan. Apabila dosis yang digunakan berlebihan maka akan menyebabkan campuran mengalami *setting* yang lama (Dzikri & Firmansyah, 2018).

2.4 Kuat Tekan Mortar

Kuat tekan mortar sering digunakan sebagai kriteria dasar pembagian jenis mortar, karena pengukuran kuat tekan mortar lebih mudah dan biasanya dapat langsung dihubungkan dengan kemampuan mortar lainnya seperti kuat tarik dan daya serap mortar (ASTM C 270).

Kuat tekan mortar tersebut adalah :

$$S = \frac{P_{maks}}{A}$$

Dengan : S = Kuat Tekan (Kg/cm²)

P = Maksimum pembebanan (Kg)

A = Luas permukaan tekan (cm²)

2.5 Slump-Flow Test

Nilai *Slump-Flow* mendeskripsikan kemampuan alir campuran segar *Engineered Cementitious Composites*. Pengamatan visual selama pengujian dan/atau pengukuran waktu T500 dapat memberikan informasi tambahan tentang ketahanan segregasi dan keseragaman campuran. Adapun klasifikasi Uji *Slump-Flow* dapat dilihat pada Tabel 1.

| Klasifikasi | Nilai Slump-Flow(mm) |
|-------------|----------------------|
| SF1 | 550–650 |
| SF2 | 660–750 |
| SF3 | 760-850 |

Sumber: EFNARC (2005)

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Beton Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara. Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah *fly ash* batu bara yang diperoleh dari PLTU di daerah Pangkalan Susu provinsi Sumatera Utara.

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin pengaduk yang digunakan untuk mengaduk campuran material, kerucut abrasi dan meja datar digunakan untuk pengujian *flowability* dari campuran mortar *Engineered Cementitious Composite*, Cetakan Kubus ukuran 15 x 15 x 15 dan Oli Untuk keperluan mencetak sampel mortar *Engineered Cementitious Composite*, mistar/penggaris untuk mengukur volume cetakan kubus dan diameter maksimal pada pengujian *flowability*, timbangan untuk menimbang material dan sampel kubus, gelas takar untuk menakar *super plasticizer*, dan alat uji tekan yang akan digunakan untuk pengujian kuat tekan pada sampel mortar *Engineered Cementitious Composite*.

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu semen, pasir, air, *super plasticizer*, dan *fly ash* batubara sebagai bahan tambah dengan variasi persentase 45%, 50%, 55%, dan 60%.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dengan :

- Mempersiapkan data mix design mortar
- Persiapan material uji dengan menimbang material sesuai dengan data mix design yang digunakan
- Melakukan pengujian material penyusun mortar
- Mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan
- Menyiapkan cetakan kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm yang sudah diolesi dengan oli
- Merendam sampel kedalam bak perendaman selama 14 dan 28 hari
- Mengangkat benda uji setelah hari yang ditentukan kemudian dikeringkan selama 24 jam
- Pengujian kuat tekan dilakukan setelah sampel dikeringkan selama 24 jam.

3.3 Pelaksanaan Pengecoran

Pengecoran pada penelitian ini dilakukan dengan standard campuran mortar pada *mix design* mengacu pada SNI-6825-2002.

- Pengadukan material
Pada proses ini menggunakan mesin pengaduk yang tersedia pada Labo atorium Rekayasa Beton Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara
- Pengujian *flowability*
- Pengujian ini dilakukan dengan cara menuangkan specimen mortar *Engineered Cementitious Composite* ke dalam kerucut abrasi yang telah dilapisi oleh meja datar dengan ketinggian yang disesuaikan agar tidak tumpah.
- Pencetakan benda uji

e. Proses *curing* / perendaman

3.4 Pengujian kuat tekan

Pengujian dilakukan pada hari ke 14 dan hari ke 28 setelah perendaman dengan menggunakan alat uji Kuat tekan yang ada di Laboratorium. Pengujian dilakukan dengan mencatat gaya tekan maksimal yang terlihat pada saat dial dari alat pengujian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji kuat tekan mortar pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan mortar ($f'c$). Pada penelitian ini sampel yang diuji berumur 14 dan 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan membuat 10 benda uji kubus, dimana pada setiap variasi penggunaan *fly ash* batu bara diperlukan dua benda uji dengan mix design yang sama.

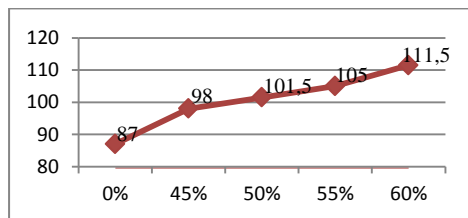
4.1 Slump-Flow Test

Pengujian ini dilakukan untuk mendukung sifat *Engineered Cementitious Composites* yang pada dasarnya adalah self compacting composite (memadat dengan sendirinya tanpa perlu adanya penggetaran terhadap adukan). Hasil pengujian flowability pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Tabel 2. Hasil Pengujian Flow ability

| No | Benda Uji | Fly Ash | Diameter Maksimum (cm) |
|----|-----------|---------|------------------------|
| 1. | 1 | 0% | 87 |
| 2. | 2 | 45% | 98 |
| 3. | 3 | 50% | 101,5 |
| 4. | 4 | 55% | 105 |
| 5. | 5 | 60% | 111,5 |

Sumber :HasilPenelitian



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Flowability

4.2 Pengujian Kuat Tekan

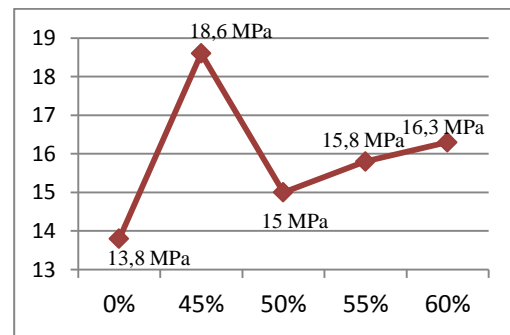
Berikut adalah analisa kuat tekan mortar *Engineered Cementitious Composites* :

a. Hasil pengujian kuat tekan mortar *Engineered Cementitious Composite* rata-rata pada hari ke 14

Tabel3.3 :Hasil Pengujian Kuat tekan ke 14 Hari

| No. | Sampel | Kuat Tekan |
|-----|--------|------------|
| 1. | 1a-0 | 13,8 |
| 2. | 2a-45 | 18,6 |
| 3. | 3a-50 | 15 |
| 4. | 4a-55 | 15,8 |
| 5. | 5a-60 | 16,3 |

Sumber :HasilPenelitian



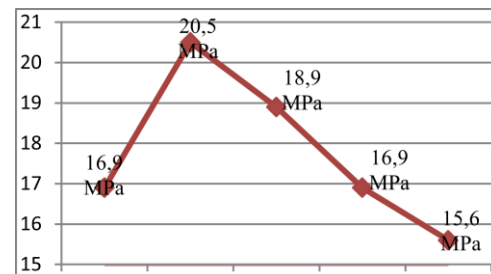
Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Ke 14 Hari

a. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata mortar *Engineered Cementitious Composite* pada hari ke 28

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan pada Hari Ke 28

| No. | Sampel | Kuat Tekan |
|-----|--------|------------|
| 1. | 1b-0 | 16,9 |
| 2. | 2b-45 | 20,5 |
| 3. | 3b-50 | 18,9 |
| 4. | 4b-55 | 16,9 |
| 5. | 5b-60 | 15,6 |

Sumber :HasilPenelitian



Grafik 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan pada Hari Ke 28

Hasil penelitian tinjauan kuat tekan mortar *Engineered Cementitious Composites* yang berbahan dasar *fly ash* batubara dengan variasi *High Volume Fly Ash* sebesar 0%, 45%, 50%, 55%, dan 60% dengan masa perawatan 14 dan 28 hari. Hasil pengujian mortar normal dan mortar menggunakan bahan tambah akan dibandingkan nilai efektifitas kuat tekannya sesuai dengan variasi yang ditentukan.

Dari hasil pengujian kuat tekan mortar normal atau mortar *Engineered Cementitious Composites* dengan variasi 0% nilai kuat tekan yang dihasilkan pada sampel 1a-0% sebesar 13,8 MPa dan pada sampel 1b-0% sebesar 16,9 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan pada sampel dengan penambahan HVFA 45%, 50%, 55%, dan 60% pada umur 28 hari berturut-turut sebesar 20,4

MPa, 18,9 MPa, 16,5 MPa, dan 15,5 MPa. Kuat tekan pada sampel 2b-45% sebesar 20,4 MPa merupakan kuat tekan paling besar dibanding variasi yang lainnya.

Sampel dengan masa perawatan 28 hari, kuat tekan paling tinggi dihasilkan oleh benda uji 2b-45 %, kemudian menurun secara berurutan pada benda uji 3b-50%, 4b-55%, dan 5b-60%. Sehingga penambahan high volume fly ash ini kurang efektif sebagai bahan dasar mortar apabila digunakan lebih dari 45%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian “Tinjauan Kuat Tekan Terhadap Mortar *Engineered Cementitious Composites* Yang Berbahan Dasar Fly Ash Batubara” yang telah dilaksanakan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan *fly ash* sebagai material tambahan dalam campuran mortar *Engineered Cementitious Composites* memberikan pengaruh terhadap nilai *slump-flow*. Dimana nilai diameter maksimum yang dihasilkan semakin meningkat.
2. Penggunaan *fly ash* sebagai material tambahan dalam campuran mortar *Engineered Cementitious Composites* dengan variasi 45%, 50%, 55%, dan 60% dengan masa perawatan 28 hari merupakan hasil konversi dari kuat tekan mortar *Engineered Cementitious Composites* dengan masa perawatan 14 hari.
3. Hasil kuat tekan dari variasi mortar *Engineered Cementitious Composites* dengan bahan dasar *fly ash* persentase 45% dan 50% pada umur perawatan 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan mortar normal.
4. Nilai kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh mortar *Engineered Cementitious Composites* dengan masa perawatan 28 hari sebesar 20,5 MPa dengan persentase kenaikan 21,3%.
5. *Fly Ash* batubara dapat diajukan sebagai bahan tambah untuk pembuatan mortar *Engineered Cementitious Composites*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aswin, M. 2019, *.Presentasi Teknologi Bahan 5 Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara*, Medan.
- [2]. Bagastara, B. 2020. *Kuat Tekan Geopolimer Berbasis SCC (Self Compacting Concrete) Menggunakan Variasi Superplasticizer dengan Perawatan Luar Ruangan*. Perpustakaan Universitas Jember, Jawa Timur.
- [3]. Dzikri, M., & Firmansyah, M. 2018. *Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Tembaga (Copper Slag) Terhadap Kuat Tekan Beton Sesuai Umurnya*. Rekayasa Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya.
- [4]. EFNARC. 2005. *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*. EFNARC Association House, United Kingdom.
- [5]. Fitri, Arniza, Maulud, K. N. A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F., & Zuhairi, N. Z. (2020). *Trend Of Water Quality Status In Kelantan River Downstream*, Peninsular Malaysia. Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand), Padang.
- [6]. Fitri, A., & Yao, L. 2019. *The Impact Of Parameter Changes Of A Detached Breakwater On Coastal Morphodynamic At Cohesive Shore: A Simulation*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Banda Aceh, Indonesia.
- [7]. Hardjito, D. 2001. *Abu Terbang Solusi Pencemaran Semen*. Sinar Harapan, Surabaya.
- [8]. Indonesia, S.N., & Nasional, B.S. 2002. *Spesifikasi Abu Terbang Dan Pozolan Lainnya Untuk Digunakan Dengan Kapur*. BSN, Jakarta
- [9]. Indonesia, S.N., & Nasional, B.S. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. BSN, Jakarta.
- [10]. Li, V.C., & Kanda, T. 1998. *Engineered Cementitious Composites for Structural What is ECC?* ASCEJ. Materials in Civil Engineering, New York, NY United States.
- [11]. Martinus, A.P., Sumajouw, M.D.J., & Winda h, R.S. 2015. *Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. Jurnal Sipil Statik, Manado.
- [12]. Maryoto, A. 2008. *Pengaruh Penggunaan High Volume Flyash Pada Kuat Tekan Mortar*. Universitas Jendral Soedirman Purwokerto.
- [13]. Nugraha, P., & Antoni. 2007, *.Teknologi Betondari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Andi Yogyakarta.
- [14]. Priambodo, I.S. 2016. *.Pengaruh Penambahan Fly Ash, Ikhsan Sefri Priambodo*, Fakultas Teknik UMP, Purwokerto.
- [15]. Riyadi, M & Amalia, 2005. *Teknologi Bahan I*. Politeknik Negeri Jakarta.
- [16]. Simatupang, P.H., Sir T.M.W., Kurniaty A.S. 2016. *Pengaruh Substitusi Parsial Semen Dengan Abu Terbang* Jurnal Teknik Sipil, Vol. V. Kupang.
- [17]. Study, E., & Main, U. S. M. 2013. *Effectiveness Of Aman Lake As Flood Retention Ponds In Flood Mitigation Effectiveness Of Aman Lake As Flood Retention Ponds In Flood Mitigation*

- Effort*: study case at USM Main Campus , Malaysia.
- [18]. Wang, S., & Li, V.C. 2007, *Engineer Edcementitious Com Posites With High-volume fly ash. american CONCRETE* Institute Materials Journal.
- [19]. Wu,M., Johannesson, B.,& Geiker, M., 2012, *.Areview: Self-healingin cemen titious material san dengineeredcementitiouscompositeaself-healingmaterial. Constructionand Building Materials,Elsevier.*