

MORTAR GEOPOLIMER MUTU TINGGI BERBASIS FLY ASH DAN SILICA FUME : APLIKASINYA TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR

Muchammd Khafid Syafril Waliyyuddin^{*}, Taufiq Rochman², Akhmad Suryadi³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

khafidsyafril@gmail.com^{1*}, taufiq.rochman@polinema.ac.id², akhmad.suryadi@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Penggunaan semen pada beton berkontribusi dalam penambahan karbon dioksida di dunia yang dapat mencemari lingkungan. Selain itu di Indonesia, khususnya jumlah fly ash yang berlimpah dan belum banyak pemanfaatannya menjadikan material geopolimer menjadi salah satu alternatif material sebagai pengganti semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku kuat tekan, tarik, lentur mortar geopolimer. Hasil menggunakan komposisi *Silica Fume* + Fly ash + NaOH + Na₂SiO₃ + pasir + dan *Steel Fiber*. Dari komposisi tersebut diperoleh komposisi yang paling optimum dengan kuat tekan sebesar 25,7 MPa, kuat tarik sebesar 1,98 MPa, kuat lentur sebesar 1,84 MPa.

Kata kunci : mortar geopolimer, fly ash,

ABSTRACT

The use of cement in concrete contributes to the addition of carbon dioxide in the world which can pollute the environment. Besides that, in Indonesia, especially the abundant amount of fly ash and not much use of it, makes geopolimer material an alternative material as a substitute for cement. This study aims to determine the compressive, tensile, flexural strength behavior of geopolimer mortar. The results used the composition Silica Fume + Fly + NaOH + Na₂SiO₃ + sand + and Steel Fiber. From this composition the most optimum composition was obtained with a compressive strength of 25.7 MPa, tensile strength of 1.98 MPa, flexural strength of 1,84 MPa.

Keywords : geopolimer mortar, fly ash,

1. PENDAHULUAN

Indonesia, khususnya pada saat ini berdasarkan sumber [1] memiliki PLTU berjumlah 251. Seperti yang kita ketahui hasil residu yang dihasilkan dari PLTU yaitu material fly ash. Adapun menurut sumber [2] penggunaan material fly ash dalam konstruksi memiliki kelebihan yaitu apabila penambahan material fly ash sebesar 30 % dari jumlah semen maka kuat tekan yang didapatkan akan naik. Adapun penggunaan material berbahan semen memiliki beberapa kekurangan yaitu menghasilkan emisi gas karbon dioksida.

Dewasa ini banyak penelitian yang dilakukan untuk mengurangi emisi gas karbon dioksida dan membuat material baru yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah material geopolimer [3] mengatakan material berbahan geopolimer dapat menggunakan fly ash sebagai binder yang dikombinasikan dengan larutan alkali dapat

membentuk material baru yang menurut sumber [4] bernama geopolimer.

Dalam penelitian ini digunakan material geopolimer dengan fly ash sebagai binder utama dengan harapan dapat memanfaatkan penggunaan fly ash yang belum banyak dimanfaatkan .yang nantinya akan dievaluasi terhadap kuat tekan, kuat tarik serta kuat lentur yang diperoleh

2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan penentuan komposisi optimal dimulai melalui pembuatan benda uji kubus untuk pengujian tekan sesuai dengan SNI 6835-2002 [5], benda uji tarik dogbone sesuai ASTM D3039 [6], dan benda uji lentur balok sesuai ASTM D7264 [7]. Pembuatan mortar berbahan utama material geopolimer dengan fly ash sebagai binder utama serta ditambahkan juga material seperti *silica fume*, pasir dan *steel fiber*. Adapun fly ash

yang dikombinasikan dengan beberapa material tersebut diaktifkan dengan katalis berupa alkali aktivator yang yang meruakan larutan NaOH dan Na₂SiO₃. Untuk lebih detailnya seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Bahan yang digunakan dalam pembuatan mortar geopolimer

Pembuatan desain komposisi benda uji dibuat sebanyak 11 RUN dengan menggunakan presentase Fly Ash, NaOH, Na₂SiO₃, Silica Fume dan Pasir. Adapun presentase masing-masing tiap RUN menggunakan komposisi berturut-turut FLY ASH : SILICA FUME : NaOH : Na₂SiO₃ : PASIR sebagai berikut. RUN 1 63:5:6:16:10; RUN 2 63:5:6:16:9; RUN 3 61:5:7:18:9 ; RUN 4 61:5:7:18:9 ; RUN 5 61:5:7:18:9 RUN 6 59:5:7:19:9 ; RUN 7 59:5:7:20:9 ; RUN 8 59:5:7:20:9 ; RUN 9 58:5:8:21:9 ; RUN 10 58:4:8:21:9 ; RUN 11 58:4:8:21:9 Nantinya didapat komposisi yang ideal berdasarkan kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur terhadap sumbu kuat dan sumbu lemah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan skema yang dibahas sesuai metode, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

Hasil Pengujian Tekan

Pengujian tekan kubus dilakukan dengan bantuan mesin uji tekan. Adapun spesimen yang digunakan berbentuk kubus berukuran 5x5x5 cm yang selanjutnya di uji tekan menggunakan mesin compressive test. Pemberian beban dilakukan hingga benda uji tekan tidak memberikan perlawanan atau saat pembacaan beban sudah tidak bertambah lagi. Hasil pengujian tekan dapat dilihat pada pada Tabel 2 berikut ini.



Gambar 2. Pengujian Kuat Tekan

Seperti pada **Gambar 2**, benda uji mengalami retak atau hancur pada saat mendapat beban maksimal. Hal ini disebabkan karena tidak adanya material plastis pada komposisi benda uji. Keseluruhan material dari kedua komposisi memiliki sifat getas mulai dari, fly ash, silica fume dan pasir. Mengenai hal tersebut dapat disimpulkan bahwa mortar geopolimer dengan fly ash sebagai binder utama memiliki sifat getas. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada pada Tabel 2 berikut ini.

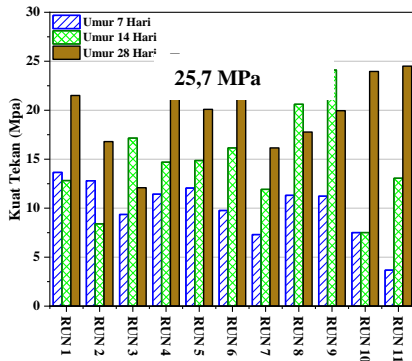
Tabel 2. Hasil Pengujian Tekan

RUN	σ (Mpa)	Berat (Gram)
1	21,5	260,95
2	16,8	262,78
3	12,1	257,37
4	25,7	253,90
5	20,1	260,40
6	21,8	265,40
7	16,2	261,40
8	17,8	267,97
9	20,0	263,64
10	13,5	261,30
11	14,3	261,25

Sumber: Hasil pengujian

Berdasarkan **Tabel 2** diatas didapati nilai kuat tekan tidak selalu berbanding lurus dengan berat tiap spesimen. Adapun nilai kuat tertinggi terdapat pada RUN 4 dengan nilai 25,7 MPa. Dari **Tabel 2** juga dapat dibuat

menjadi grafik sebagaimana ditampilkan pada **Gambar 3** sebagai berikut.



Gambar 3. Perbandingan kuat tekan dengan Umur

Gambar 3 menunjukkan nilai kuat tekan yang diperoleh pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari pada spesimen berbentuk kubus. Adapun nilai kuat tekan paling tinggi diperoleh pada RUN 4 dengan nilai kuat tekan sebesar 25,7 MPa pada umur 28 hari.

Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik menggunakan RUN 1,2,3 dan 4 menggunakan komposisi dari hasil pengujian kuat tekan. Adapun pada benda uji tarik digunakan spesimen berukuran panjang 1,6 cm, lebar 1,4 cm serta panjang langsing 0,5 cm yang masing – masing dicetak sebanyak 2 kali sehingga terdapat 8 spesimen tarik. Untuk lebih jelasnya sebagaimana ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 4. Desain benda uji tarik

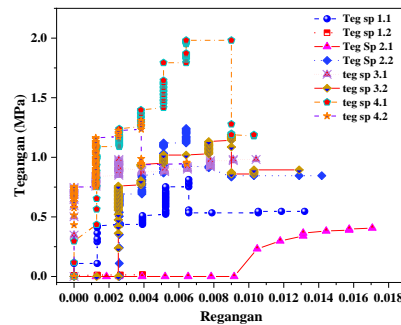
Setelah pembuatan benda uji tarik, selanjutnya spesimen di uji menggunakan mesin uji tarik sebagaimana ditampilkan pada **Gambar 5** sebagai berikut.



Gambar 5. Pengujian benda uji tarik

Pada pengujian tarik. Pemberian beban dilakukan hingga benda uji putus. Dari hasil pengujian diperoleh nilai berupa tegangan dan regangan yang selanjutnya

dapat diolah menjadi grafik sebagaimana ditampilkan Pada **Gambar 6** sebagai berikut.



Gambar 6. Kuat tarik terhadap regangan tarik

Berdasarkan **Gambar 6** diatas didapat bahwa kuat tarik tertinggi berada pada T4 dengan nilai 1,98 Mpa. Sedangkan nilai kuat tarik terendah ada pada T1 dengan nilai 0,01MPa.

Hasil Pengujian Lentur

Pengujian lentur dilakukan hanya pada beberapa RUN seperti pada pengujian tarik yaitu pada RUN 1,2,3 dan RUN 4 . Pada pembuatan benda uji lentur dibuat dengan ukuran panjang 12,8 cm dengan lebar 1,3 cm yang masing-masing dicetak sebanyak 2 kali sehingga terdapat 8 spesimen lentur. Pada **Gambar 7** ditampilkan desain benda uji lentur tidur yang telah dibuat.



Gambar 7. Desain benda uji lentur

Setelah pembuatan benda uji lentur selanjutnya spesimen di uji menggunakan mesin uji lentur seperti ditunjukkan pada **Gambar 8**. Adapun setting spesimen pada saat pengujian yaitu diletakkan pada tengah tengah pelat mesin uji lentur yang selanjutnya dilakukan pembacaan pada alat uji lentur. Hasil pembacaan kemudian dicatat dan dibuat tabel sebagaimana ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 8. Setting spesimen uji lentur

Pengujian lentur tidur dilakukan dengan bantuan mesin uji lentur. Pemberian beban pada benda uji dilakukan hingga benda uji patah. Pengujian ini dilakukan sesuai

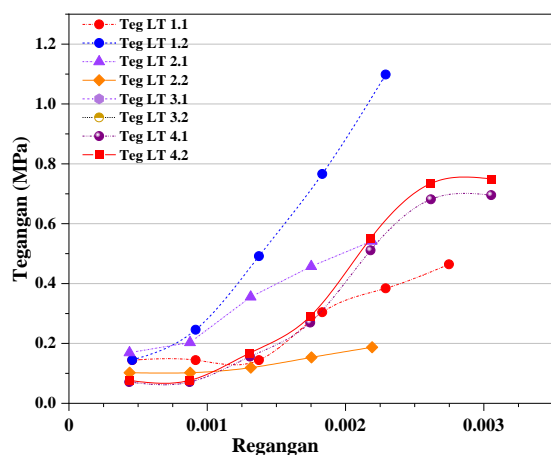
dengan ASTM D7264 dengan sistem three point bending. Hasil dari pengujian lentur berdiri dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil pengujian spesimen lentur

RUN	σ (Mpa)	ϵ
LT1.1	0,46	0,003
LT1.2	1,10	0,002
LT2.1	1,02	0,005
LT2.2	0,19	0,002
LT3.1	-	-
LT3.2	1,84	0,003
LT4.1	0,70	0,003
LT4.2	0,75	0,003

Sumber: Hasil pengujian

Tabel 3 menunjukkan nilai yang diperoleh dari hasil pengujian. Dari nilai di atas dapat juga dibuat menjadi grafik sebagaimana ditampilkan pada Gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 9. Setting spesimen uji lentur

Berdasarkan Gambar 9 didapati bahwa nilai tegangan lentur tertinggi berada pada RUN 3.2 dengan nilai 1,84 MPa dan regangan lentur sebesar 0,003 . Sedangkan nilai tegangan lentur terendah ada pada RUN 1 dengan nilai 0,46 MPa dan regangan sebesar 0,003.

4. KESIMPULAN

Nilai kuat tekan paling optimum diperoleh sebesar 25,7 MPa pada umur 28 hari dengan komposisi *Silica Fume* 5,0%, Fly ash 61%, NaOH 7,0%, Na₂SiO₃ 18,0%, pasir 9,0% dan Steel Fiber 1,5%. Kemudian nilai kuat tarik yang diperoleh paling optimum sebesar 1,98 MPa pada RUN 3 . Sedangkan nilai kuat lentur paling optimum diperoleh sebesar 1,84 MPa

DAFTAR PUSTAKA

- [1] https://www.researchgate.net/figure/Gambar-2-Peta-Sebaran-dan-Kapasitas-Eksisting-PembangkitEnergi-Listrik-di-Indonesia_fig1_357448042
- [2] Kar, K.K. (2021) Handbook of Fly Ash, Handbook of Fly Ash. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817686-3.00035-9>.
- [3] Catenacci, M.J. et al. (2021) ‘Effect of fly ash composition and component quantities on the gamma radiation shielding properties of geopolymer’, Progress in Nuclear Energy, 140(January), p. 103889. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2021.103889>.
- [4] Debnath, K., Das, D. and Kumar Rout, P. (2022) ‘Effect of mechanical milling of fly ash powder on compressive strength of geopolymer’, Materials Today: Proceedings [Preprint], (xxxx). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.321>.
- [5] SNI 03-6825-2002 (2002) ‘Sni 03-6825-2002’, Standar Nasional Indonesia Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen Portland untuk pekerjaan sipil [Preprint].
- [6] ASTM D3039. (1995). Standart Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials.
- [7] ASTM D7264. (2020). Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials. <http://www.ansi.org>.