

Emisi gas CO₂ yang berlebihan merupakan suatu isu lingkungan yang harus segera diselesaikan. Salah satu penyebab emisi gas CO₂ ini adalah produksi semen. Selain sebagai substitusi alternatif pengganti beton semen, beton *geopolymer* dapat memanfaatkan pula limbah-limbah industrial sebagai material pengganti semen berupa *fly ash* dan *ground granulated blast furnace slag*. Dalam proses polimerisasi diperlukan alkali aktivator agar material pengganti semen dapat memiliki sifat *cementitious* yang dalam penelitian ini digunakan sodium hidroksida dan sodium silikat. Baik beton normal dan beton *geopolymer* memiliki sifat *brittle* dan kecendrungan retak akibat beban lentur, maka dari itu sebagai pencegahan diperlukan serat yang dapat meminimalisir retak dan meningkatkan daktilitas. Penggunaan *macro synthetic fiber* pada penelitian ini berfungsi untuk meningkatkan kuat lentur dan mengurangi sifat *brittle* pada beton.

Proses pembuatan rancangan campuran menggunakan metode volume absolut dikarenakan tidak adanya standar yang pasti dalam perencanaan campuran beton *geopolymer*. Rancangan campuran yang digunakan pada penelitian ini dipilih melalui hasil pengujian *setting time* dan kuat tekan pasta. Pada penelitian ini penyelidikan pengaruh serat dilakukan melalui pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas pada spesimen silinder berukuran 10 x 20 cm, serta kuat lentur pada spesimen balok berukuran 10 x 10 x 5 cm. Variabel serat beton divariasikan menjadi empat rasio untuk mengetahui pengaruhnya terhadap beton *geopolymer* yaitu 0,3%, 0,65%, 1%, dan 2%.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan serat pada beton *geopolymer* dapat menurunkan kuat tekan namun penurunan ini tidak terlalu signifikan. Kuat tekan yang paling optimum didapat pada presentase 0% sebesar 67,17 MPa, sedangkan pada kadar serat 2% diperoleh kuat tekan sebesar 67 MPa. Hasil modulus elastisitas menunjukkan pengaruh yang fluktuatif dan sangat dipengaruhi oleh orientasi serat serta dapat mengurangi sifat *brittle* pada beton *geopolymer*. Hasil paling optimum untuk modulus elastisitas didapat pada presentase serat terbesar yaitu 2% sebesar 17.030 MPa. Pada pengujian kuat lentur diketahui bahwa penambahan serat dapat meningkatkan kuat lentur seiring dengan meningkatnya volume presentase serat, namun pada presentase 2% kuat lentur sedikit menurun yang dapat diakibatkan oleh kurangnya pepadatan pada spesimen karena jenuhnya kandungan serat pada beton *geopolymer*. Hasil paling optimum pada pengujian kuat lentur didapatkan pada presentase 1% sebesar 7,15 MPa.

Kata Kunci Flexural Strength, Geopolymer Concrete, Macro-Synthetic Fiber, High Calcium Fly Ash, Ground Granulated Blast Furnace Slag

ABSTRACT

Excessive CO₂ gas emissions are an environmental issue that must be resolved immediately. One of the causes of CO₂ gas emissions is cement production. In addition to being an alternative substitute for cement concrete, geopolymer concrete can also utilize industrial wastes as cement replacement materials in the form of fly ash and ground granulated blast furnace slag. In the polymerization process, alkaline activators are needed so that cement replacement materials can have cementitious properties, which in this study used sodium hydroxide and sodium silicate. Both normal concrete and geopolymer concrete have brittle properties and a tendency to crack due to bending loads, therefore as a prevention, fibers are needed that can minimize cracking and increase ductility. The use of macro synthetic fiber in this study serves to increase flexural strength and reduce brittle properties in concrete.

The process of making a mixture design using the absolute volume method because there is no definite standard in planning geopolymer concrete mixes. The mix design used in this study was selected through the test results of setting time and compressive strength of the paste. In this study, the investigation of the effect of fiber was carried out through testing the compressive strength and modulus of elasticity of 10 cm x 20 cm cylindrical specimens, as well as the flexural strength of 10 cm x 10 cm x 5 cm beam specimens. The concrete fiber variable was varied into four ratios to determine its effect on geopolymer concrete, namely 0.3%, 0.65%, 1%, and 2%.

The test results show that the use of fiber in geopolymer concrete can reduce the compressive strength but this decrease is not too significant. The most optimum compressive strength is obtained at 0% percentage of 67.17 MPa, while at 2% fiber content the compressive strength is 67 MPa. The elastic modulus results show a fluctuative effect but are strongly influenced by fiber orientation and can reduce the brittle properties of geopolymer concrete. The most optimum result for modulus of elasticity is obtained at the largest fiber percentage of 2% at 17,030 MPa. In the flexural strength test, it is known that the addition of fiber can increase the flexural strength as the volume percentage of fiber increases, but at a percentage of 2% the flexural strength decreases slightly which can be caused by the lack of compaction in the specimen due to the saturation of fiber content in geopolymer concrete. The most optimum results in the flexural strength test were obtained at a percentage of 1% of 7.15 MPa.

KEY WORDS Flexural Strength, Geopolymer Concrete, Macro-Synthetic Fiber, High Calcium Fly Ash, Ground Granulated Blast Furnace Slag.