

Agregat Buatan Geopolimer dengan Bahan Dasar Abu Terbang (*Fly Ash*) dan Abu Sawit (*Palm Oil Fuel Ash*)

M. Hari Bhakti^{1,a}, Monita Olivia^{2,b}, Alfian Kamaldi²

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau

² Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5, Pekanbaru 28293

E-mail: bhaktiemhd@yahoo.com^a, monita.olivia@lecturer.unri.ac.id^b

ABSTRACT

Artificial geopolymer aggregates is one of many methods on making aggregates in case for substitution of natural aggregates. The main ingredients of this geopolymer is a material that contains silica and aluminium in a great numbers. In the province of Riau fly ash (FA) and palm oil fuel ash (POFA) are waste materials that until this time did not get utilized optimally whereas this materials are very potentially for geopolymerization. NaOH and Na₂SiO₃ are used as alkaline activators, NaOH molarity (0, 8, 10 and 12M) used as variation on sample composition.

The highest compressive strength based on variation is using as the next sample artificial aggregates composition with 1-2cm size of diameters. Research showed that 12M variation results the highest compressive strength, that is 2,8 MPa for FA and 9,9 MPa for POFA. Based on that composition artificial geopolymer aggregates were made and then tested by its specific gravity, gradations and abtrations.

Keywords: artificial, aggregates, geopolymer, fly ash, palm oil fuel ash

1. Pendahuluan

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 60% - 80% volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Tjokrodinuljo, 1995).

Menurut Rafiza (2013) tuntutan permintaan terhadap agregat

semakin besar sehingga menyebabkan sumber agregat alami semakin terkuras. Beberapa Negara maju seperti Amerika, Inggris dan Polandia telah memproduksi agregat buatan mereka sendiri dibawah paten-paten yang berbeda. Demi mendapatkan bahan bangunan yang efektif dan efisien peneliti mengembangkan agregat buatan berupa agregat ringan geopolimer. Geopolimer adalah jenis material beton baru yang mana tersusun dari sintesa bahan-bahan alam yang banyak mengandung unsur

silikon dan aluminium (Davidovits, 2008). Unsur-unsur ini banyak didapati diantaranya pada material buangan hasil industri, misalnya FA (*fly ash*) dari sisa pembakaran batu bara dan POFA (*palm oil fuel ash*) dari sisa pengolahan industri kelapa sawit.

Fly ash punya kandungan silika dan kapur, dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, reaksi kimia terjadi antara oksida silika dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen yang kemudian menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat (Huda, 2013)

Menurut data dari Dinas Perkebunan Riau, luas area perkebunan kelapa sawit hingga akhir tahun 2010 mencapai 2.103.176 hektar. Efek dari peningkatan lahan perkebunan ini menyebabkan adanya penumpukan limbah pabrik kelapa sawit secara terus menerus, khususnya limbah abu sawit. Seperti halnya *fly ash*, abu sawit juga memiliki kandungan silikat yang potensial untuk geopolimer. Sejauh ini belum ada penelitian yang menggunakan abu sawit dan *fly ash* khususnya yang berasal dari Provinsi Riau sebagai agregat ringan buatan geopolimer.

Menurut Olivia (2011) kelebihan penggunaan *fly ash* dalam beton geopolimer yaitu memberi nilai lebih pada limbah sebagai pengganti semen dalam campuran beton, menghasilkan beton kuat tekan tinggi dalam waktu yang singkat dengan *curing* suhu tinggi dan menghasilkan beton yang lebih tahan api.

Sedangkan kekurangannya adalah proses pembuatan beton geopolimer lebih rumit dibandingkan beton biasa karena dalam proses pembuatannya memerlukan larutan alkali aktivator. Kemudian sampai saat ini belum ada metode standar yang pasti untuk rancangan campuran beton geopolimer

Penelitian ini bertujuan mengkaji komposisi agregat geopolimer POFA dan FA, mengkaji pengaruh molaritas NaOH terhadap komposisi geopolimer dan mengkaji gradasi, keausan serta berat jenis agregat buatan geopolimer.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau. Bahan yang digunakan adalah abu terbang batu bara dan abu sawit yang berasal dari Kabupaten Pelalawan. Larutan alkali aktivator yang digunakan yaitu natrium hidroksida dan sodium silikat. Alat yang digunakan antara lain; mesin uji tekan (Universal Testing Machine), ember/wadah, timbangan, cetakan mould 5x5x5cm, oven, tongkat pemadat, ayakan/saringan, keranjang dan alat penggantung, serta mesin *Los Angeles*.

2.2 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini proporsi campuran geopolimer mengacu pada penelitian sebelumnya (Suryawangi, 2012) yang mana molaritas NaOH

dipakai sebagai variasinya yaitu 0, 8, 10 dan 12M. Benda uji dibuat berupa kubus geopolimer berukuran 5x5x5cm, dioven pada suhu 105°C selama 24 jam kemudian dibiarkan dalam suhu ruang selama 7 hari. Variasi yang menghasilkan kuat tekan tertinggi dipakai untuk komposisi dalam membuat benda uji selanjutnya berupa agregat buatan geopolimer berukuran 1 – 2cm.

2.3 Pelaksanaan pengujian

Analisa material abu dilakukan pada penelitian ini dengan mengirim sampel kedua abu ke Pusat Sumber Daya

Geologi Bandung untuk mendapatkan karakteristik kimianya. Setelah itu pengujian yang dilakukan pada sampel kubus geopolimer yaitu uji kuat tekan, yang kemudian dilanjutkan dengan pembuatan sampel agregat buatan geopolimer yang akan diuji berat jenis (SNI 03-2462-2002), analisa saringan (*ASTM C 136, Annual Book of ASTM Standards*, 1994) dan keausan (SNI 03-2417-1991).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Kuat Tekan Kubus Geopolimer

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Geopolimer FA

No	Abu FA (gr)	NaOH (M)	Silikat (gr)	Air (gr)	Curing (jam)	Berat (gr)	Kekuatan (Mpa)
1	600	0	240	Secukupnya	24	130.43	1.16
2	600	8	240	Secukupnya	24	132.73	0.76
3	600	10	240	Secukupnya	24	134.6	0.93
4	600	12	240	Secukupnya	24	156.8	2.8

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Geopolimer POFA

No	Abu POFA (gr)	NaOH (M)	Silikat (gr)	Air (gr)	Curing (jam)	Berat (gr)	Kekuatan (Mpa)
1	600	0	180	Secukupnya	24	124.03	3.2
2	600	8	180	Secukupnya	24	135.5	5.6
3	600	10	180	Secukupnya	24	127.5	3.5
4	600	12	180	Secukupnya	24	143.3	9.9

Mirip dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Suryawangi et al (2012), komposisi yang dipakai pada penelitian ini tertera pada tabel 3 dan 4. Jumlah air yang digunakan tergantung pada kelecekan atau

workability dari tiap komposisi dalam pembuatan kubus geopolimer maupun agregat buatan geopolimer.

Pada penelitian ini dibuat 3 benda uji untuk tiap-tiap komposisi, dengan volume yang sama yaitu 5x5x5

cm³. Variabel bebas yaitu molaritas NaOH dengan menggunakan sodium silikat yang ditetapkan dari trial sebelumnya yaitu 240 gram untuk FA dan 180 gram untuk POFA, variasinya adalah NaOH dengan molaritas 0, 8, 10 dan 12M untuk tiap 600 gram abu yang telah disaring pada saringan No.12.

Setelah benda uji dibuat *curing* dilakukan selama 24 jam dengan suhu 105°C di Laboratorium Teknologi Bahan Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Riau, lalu dilakukan uji tekan pada setiap benda uji yang telah berusia 7 hari.

Hasil uji kuat tekan dapat tertera pada tabel 3 dan 4, disitu terlihat bahwa semakin tinggi molaritas NaOH maka benda uji semakin berat pula dan kuat tekannya semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan pernyataan D. Hardjito (2005) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi dari NaOH maka semakin tinggi pula kuat tekan geopolimer tersebut.

Dari seluruh percobaan diatas, didapatkan komposisi agregat buatan FA 600 gram abu : 37,8 gram NaOH (12M) : 240 gram silikat dan waktu curing 24 jam merupakan komposisi yang paling tinggi dari segi kekuatan (2,8 MPa). Untuk komposisi agregat buatan POFA 600 gram abu : 12,6 gram NaOH (12M) : 180 gram silikat dan waktu curing 24 jam adalah komposisi yang paling tinggi kuat tekannya. Masing-masing komposisi ini nantinya akan digunakan untuk pembuatan agregat buatan geopolimer berupa pellet berukuran 1,5 – 2 cm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan terhadap kubus geopolimer dan agregat buatan geopolimer, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Abu FA dan abu POFA memiliki kebutuhan optimal akan sodium silikat yang berbeda dikarenakan kandungan kimia dan pengolahan kedua abu yang berbeda.
2. Peningkatan Molaritas NaOH dalam campuran pasta geopolimer akan meningkatkan kuat tekan kubus geopolimer.
3. Agregat buatan geopolimer yang berbasis material abu FA dan POFA memenuhi standar berat jenis agregat ringan untuk beton ringan struktural sesuai SNI 03-2461-2002.
4. Agregat buatan geopolimer abu FA dan POFA belum memenuhi standar keausan yang ditetapkan SNI 03-2417-1991 yang mana keausan semestinya < 50 %.

5. Ucapan Terima Kasih

Terima Kasih diucapkan kepada semua pihak yang telah membantu selama penelitian terutama kepada:

1. Orang tua, abang dan kakak yang selalu memberikan dukungan serta kepercayaan selama penelitian ini
2. Dosen Pembimbing Ibu Monita Olivia dan Bapak Alfian Kamaldi yang telah membimbing dan selalu

memberikan motivasi serta masukan hingga penelitian ini dapat terselesaikan.

3. Teman satu perjuangan Tugas Akhir, Aldi, Salman, Nanda, dan Fela yang senantiasa memberikan saran dan bantuan.
4. Teman-teman seperjuangan yang selalu sabar dan semangat membantu baik dalam diskusi, motivasi, do'a, dan tenaga.
5. Para asisten Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Teknik Universitas Riau.
6. Keluarga besar Jurusan Teknik Sipil S1 Universitas Riau.

6. Daftar Pustaka

- Hardjito, D., Suryawangi, E., & Takarendehang, Y. (2012). Development of Volcanic Mud-Based Geopolymer Artificial Aggregate, 1–5.
- Huda, C. (2013). Analisa sifat mekanik pasta geopolimer ringan berbahan dasar fly ash, lumpur sidoarjo dan foam, *I*(1), 1–5.
- Hardjito, D. (2005). Studies on Fly Ash-Based Geopolymer Concrete, (November).
- Olivia, M (2011). Durability Related Properties of Low Calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete, (May).
- Rafiza, A. R., Bakri, A. M. M. Al, Kamarudin, H., Nizar, I. K., Hardjito, D., & Zarina, Y. (2013). Reviews on the Properties of Aggregates made with or without Geopolymerisation Method, 626, 892–895.
doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.626.892
- Tjokrodimulyo, K. 1995. *Buku Ajar Teknologi Beton*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Sipil UGM.