PENGARUH PEMANFAATAN ABU SEKAM PADI DAN ABU TERBANG PLTU BUNTOI SEBAGAI SEMEN KONVENSIONAL TERHADAP KUAT TEKAN

Yunita¹, Okta Meilawaty², Liliana³

¹²³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya E-mail: nita19134@gmail.com¹, okta-meilawaty@jts.upr.ac.id², lilianasahay@yahoo.co.id³/HP.+6282154895750¹

ABSTRAK

Beton geopolimer adalah beton yang tidak menggunakan semen portland sebagai binder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi yang dihasilkan dari penambahan abu sekam padi terhadap abu terbang PLTU Buntoi sebagai pengganti semen, sehingga didapat kuat tekan beton geopolimer yang maksimal. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu dengan membuat benda uji pasta geopolimer ukuran 20 mm × 40 mm. Dengan variasi penambahan abu sekam padi (0%, 10%, 20%, 30% dan 40%) dari berat abu terbang. Hasil kuat tekan pasta geopolimer dengan persentase penambahan abu sekam padi sebanyak 40% dan abu terbang 60% menghasilkan kuat tekan rata-rata terbesar yaitu 16,99 MPa. Hasil tersebut digunakan sebagai binder dalam pembuatan beton geopolimer. Kuat tekan rata-rata beton geopolimer berdasarkan umur pengujian 3, 7, 14 dan 28 hari, dengan kuat tekan berturut-turut adalah 0,96 MPa, 1,87 MPa, 1,59 MPa, 1,58 MPa. Hasil tersebut menunjukan bahwa kuat tekan beton geopolimer lebih rendah dibandingkan dengan kuat tekan pasta geopolimer.

Kata Kunci: Abu sekam padi, abu terbang, geopolimer, komposisi, kuat tekan

ABSTRACT

Geopolymer concrete is concrete that does not use portland cement as a binder. This study aims to determine the composition resulting from the addition of rice husk ash to fly ash of PLTU Buntoi as a substitute for cement, in order to obtain the maximum compressive strength of geopolymer concrete. The method used is an experimental method, namely by making a geopolymer paste specimen measuring 20 mm × 40 mm. With variations in the addition of rice husk ash (0%, 10%, 20%, 30% and 40%) of the weight of fly ash. The results of the compressive strength of the geopolymer paste with a percentage of adding rice husk ash as much as 40% and fly ash 60% produced the largest average compressive strength, namely 16,99 MPa. These results are used as a binder in the manufacture of geopolymer concrete. The average compressive strength of geopolymer concrete based on the testing ages of 3, 7, 14 and 28 days, with compressive strengths respectively 0,96 MPa, 1,87 MPa, 1,59 MPa, 1,58 MPa. These results indicate that the compressive strength of geopolymer concrete is lower than that of the geopolymer paste.

Key word: Rice husk ash, fly ash, geopolymer, composition, compopressive strength

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan untuk bangunan gedung, bendungan, drainase, jembatan, jalan. Beton didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland (Portland cement) atau semen hidrolik yang lain, kadangkadang dengan bahan tambahan (admixture atau additive). Dalam proses produksinya satu ton semen, akan menghasilkan sekitar satu ton gas karbon dioksida CO₂ yang dilepaskan ke atmosfer sehingga menyebabkan pemanasan global atau efek rumah kaca (Aprianti, dkk., 2015). Agar mengurangi terjadinya efek buruk yang bisa merusak lingkungan hidup dan mengurangai atau memperbaiki permasalahan pada material beton yang menggunakan semen portland. Karena alasan inilah mulai dikembangkan bahan alternatif pengganti semen portland. Berdasarkan hal tersebut, peneliti mencoba melakukan studi dengan memanfaatkan abu sekam padi dan abu terbang dari PLTU Buntoi Provinsi Kalimantan Tengah sebagai bahan baku pengganti semen serta menambahkan bahan tambahan lainnya. Studi ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan pengaruh penggunaan variasi pada kuat tekan beton geopolimer yang memanfaatkan limbah buangan berupa abu sekam padi (*rice husk ash*) dan abu terbang (fly ash). Sehingga mampu untuk mengurangi dampak emisi gas karbon dioksida yang dihasilkan dari penggunaan semen.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah material komposit yang rumit. Sebagai material komposit, sifat beton sangat tergantung pada sifat unsur masing-masing serta interaksi mereka. Ada tiga sistem umum yang melibatkan semen yaitu pasta semen, mortar dan beton (Nugraha & Antoni, 2007). Campuran antara semen dan air akan membentuk pasta semen, yang berfungsi sebagai bahan ikat. Sedangkan pasir dan kerikil merupakan bahan agregat yang berfungsi sebagai bahan pengisi dan sekaligus sebagai bahan yang diikat oleh pasta semen. Ikatan antara pasta semen dengan agregat ini menjadi satu kesatuan yang kompak dan akhirnya dengan berjalannya waktu akan menjadi keras padat yang disebut beton (Mulyono, 2005).

Beton geopolimer adalah senyawa silikat alumino anorganik, yang disintesiskan dari bahan-bahan produk sampingan seperti abu terbang (*fly ash*), *silica fume*, abu sekam padi (*rice husk ash*) yang banyak mengandung alumina dan silika (Davidovits,1997). Penggantian bahan dasar semen portland dalam pembuatan beton dianggap lebih ramah lingkungan dan lebih efektif karena, memanfaatkan bahan sisa limbah pabrik industri sehingga lebih peduli lingkungan. Beton geopolimer merupakan beton geosintetik yang reaksi pengikatnya terjadi melalui reaksi polimerisasi dan bukan melalui reaksi hidrasi seperti pada beton konvensional (Davidovits, 2005). Aktivator merupakan zat atau unsur yang menyebabkan zat atau unsur lain bereaksi. Dalam pembuatan pasta geopolimer ini, aktivator yang umum digunakan adalah kombinasi antara larutan sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na₂SiO₃).

Kekuatan tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39 atau kubus dengan prosedur BS-1881 (Mulyono, 2005). Dibawah ini adalah cara perhitungan kuat tekan beton,yaitu:

$$Fc' = \frac{P}{A} \tag{1}$$

Keterangan:

Fc' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

METODE PENELITIAN

Bahan

Material Utama Pembentuk Beton:

- 1. Semen portland komposit (PCC) tipe I dengan merk dagang Gresik.
- 2. Bahan pen-substitusi semen yang digunakan yakni abu sekam padi (*rice husk ash*) yang berasal dari pabrik penggilingan padi di Kuala Kapuas dan abu terbang (*fly ash*) yang merupakan sisa pembakaran batubara PLTU Buntoi Kabupaten Pulang Pisau tipe C dengan lolos ayakan no. 200.



Gambar 1. Abu sekam padi (*Rice Husk Ask*)



Gambar 2. Abu terbang (*Fly Ash*)

- 3. Larutan alkali aktivator yang digunakan yaitu kombinasi cairan sodium silikat (Na₂SiO₃) dan sodium hidroksida (NaOH).
- 4. Agregat halus digunakan pasir putih yang berasal dari Tangkiling Provinsi Kalimantan Tengah.
- 5. Agregat kasar digunakan berasal dari Mandiangin Provinsi Kalimantan Tengah.
- 6. Air yang digunakan adalah air sumur bor Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

7. Bahan tambah yang digunakan adalah Superplasticizer.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari:

- 1. Benda uji silinder yang digunakan dalam studi ini ada dua ukuran yaitu:
 - Untuk cetakan pasta geopolimer berdiameter 20 mm dan tinggi 40 mm dengan 5 (lima) variasi yang masing-masing berjumlah 6 buah samper per umur.
 - Cetakan beton geopolimer berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm dengan jumlah 3 buah sampel per umur.
- 2. Satu set saringan digunakan untuk mengukur gradasi agregat.
- 3. Compressing Testing Machine (CTM) digunakan untuk menguji kuat tekan.
- 4. Mesin *Los Angeles digunakan* untuk uji keausan atau abrasi pada agregat kasar
- 5. Kerucut *Abrams* digunakan untuk mengetahui kelecakan adukan (*workability*).
- 6. Mesin Penggetar (*Vibrator Machine*) digunakan sebagai penggetar dan pemadat campuran beton segar.
- 7. Timbangan digunakan untuk menimbang bahan-bahan dasar pembentuk beton.
- 8. Mesin Pengaduk Beton atau Molen (*Concrete Mixer*) untuk mencampur adukan bahan-bahan pembentuk sampel beton segar.
- 9. Oven digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan dan benda uji.
- 10. Piknometer digunakan untuk mengukur berat jenis SSD (*surface saturated dry*), berat jenis kering, berat jenis jenuh, dan penyerapan agregat halus. Sedangkan gelas ukur berguna sebagai alat ukur volume cairan.
- 11. Bak perendaman digunakan sebagai wadah benda uji untuk melakukan perawatan (*curing*).
- 12. Beberapa alat bantu yang digunakan dalam proses pembuatan benda uji yaitu ember, sendok semen, nampan, karung dan mistar ukur.

Variabel penelitian

Pada penelitian ini variabel yang digunakan yaitu:

- Variabel Bebas
 - Variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase penambahan antara abu sekam padi dan abu terbnag terhadap kuat tekan.
- 2. Variabel Terikat
 - Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kuat tekan beton untuk waktu pengerasan yang sama, dipeoleh dari hasil pengujian benda uji pada umur 3,7,14, dan 28 hari.

Tahap pengujian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Bahan dan Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya. Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap, yaitu:

- 1. Persiapan bahan dan alat penelitian
- 2. Pengujian sifat fisik agregat untuk agregat kasar dan agregat halus yang meliputi:
 - Pemeriksaan berat volume

- Pemeriksaan analisa saringan
- Pemeriksaan kadar air
- Pemeriksaan berat jenis
- Pemeriksaan kadar lumpur
- Pemeriksaan keausan (Abrasi) dari agregat kasar
- 3. Pembuatan rencana campuran (Mix Design) benda uji
- 4. Pembuatan benda uji pasta geopolimer, meliputi perhitungan dan penimbangan berat masing-masing bahan, pengadukan bahan dan pengecoran pada cetakan. Dalam penelitian ini membuat variasi komposisi abu sekam padi dan abu terbang sebagai bahan pengganti 100 % semen portland.

Variasi sampel yang digunakan sebanyak 5 variasi, terdiri dari 6 buah sampel pengujian pada tiap variasi dan umur pengujian. Variasi sampel disajikan pada Tabel 1.

Alkali Aktivator Binder Air (gram) No (gram) (gram) **Abu Terbang ASP NaOH** Na₂SiO₃ 69,11 1 100 0 5,84 47,27 69,11 2 90 10 5,84 47,27 69,11 3 80 20 5,84 47,27 69,11 4 70 30 5,84 47,27 69,11 5 60 40 5,84 47,27

Tabel 1. Variasi sampel pasta geopolimer

Sumber: Hasil Penelitian, (2019)

- 5. Pembuatan benda uji beton geopolimer
 - Pembuatan campuran beton geopolimer, berdasarkan dari komposisi kuat tekan pasta geopolimer yang maksimal. Dalam penelitian ini, digunakan 3 buah beton geopolimer dengan ukuran 100 × 200 mm untuk tiap umur.
 - Pemeriksaan slump
 - Pencetakan benda uji
- 6. Perawatan benda uji (*Curing*), dilakukan dengan dioven pada suhu 60° C selama 24 jam kemudian direndam atau ditutup dengan karung basah.
- 7. Pengujian kuat tekan beton geopolimer. Menurut (Mulyono, 2004), kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut.
- 8. Menganalisa dan membuat kesimpulan terhadap hasil penelitian merupakan tahap akhir dari rancangan penelitian ini.

HASIL & PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisik agregat

Seluruh bahan yang digunakan memenuhi peraturan yang berlaku. Data hasil pengujian atau pemeriksaan sifat fisik agregat dapat dilihat pada Tabel 3.

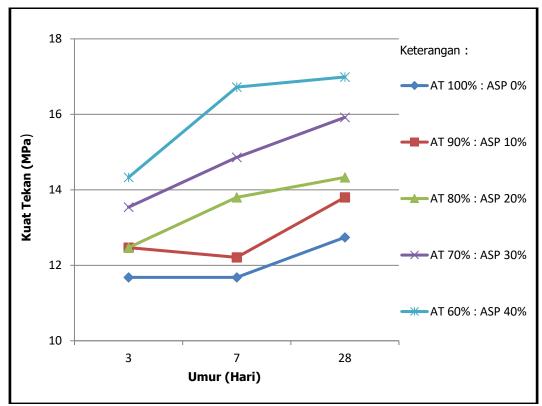
Tabel 3. Hasil pengujian sifat fisik agregat

| No | Sifat Fisik | Agregat Halus | Agregat Kasar | Satuan |
|----|---------------------------------------|---------------|---------------|----------|
| 1 | Berat Volume | | l | |
| | ➤ Kondisi Padat | 1,692 | 1,372 | Kg/liter |
| | ➤ Kondisi Gembur | 1,572 | 1,312 | Kg/liter |
| 2 | Analisa Saringan | | , | |
| | ➤ Modulus Kehalusan | 3,02 | 6,50 | - |
| 3 | Kadar Air | 0.08 | 2,63 | % |
| 4 | Berat Jenis | | l | |
| | > Apparent Specific Gravity | 2,51 | 2,53 | - |
| | > Bulk Specific Gravity (Kering) | 2,31 | 2,51 | - |
| | > Bulk Specific Gravity (Kondisi SSD) | 2,51 | 2,52 | - |
| | ➤ Absorpsi Air | 0,05 | 0,26 | % |
| 5 | Kadar Lumpur | 22,24 2,61 | | % |
| 6 | Abrasi (Keausan) | - | 35,79 | % |

Sumber: Hasil Pengujian (2019)

Hasil uji kuat tekan pasta geopolimer

Pengujian kuat tekan pasta geopolimer dilakukan pada penelitian ini untuk mengetahui komposisi campuran yang menghasilkan kuat tekan maksimal. Berikut ini gambar hasil pengujian kuat tekan pasta geopolimer:



Gambar 3. Hasil uji kuat tekan pasta geopolimer

Dari gambar 3. diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan pasta geopolimer naik dengan bertambahnya abu sekam padi. Kuat tekan rata-rata tertinggi dihasilkan pada pasta geopolimer dengan variasi penambahan abu terbang 60% dan abu sekam padi 40% sebesar 16,99 MPa. Ini menunjukan penggunaan abu sekam padi pada pasta geopolimer menghasilkan kuat tekan yang baik. Oleh karena itu, komposisi dari variasi penambahan abu terbang 60%: abu sekam padi 40% yang digunakan sebagai binder pada campuran beton geopolimer.

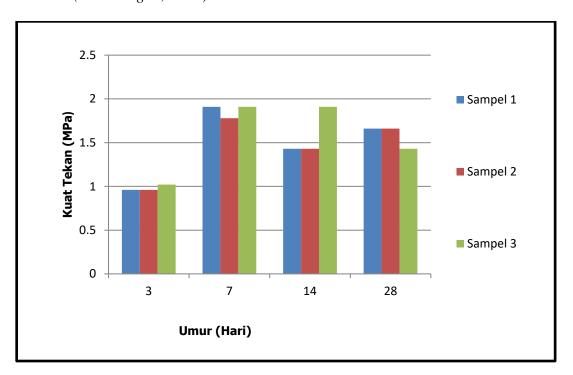
Hasil uji kuat tekan beton geopolimer

Pada penelitian ini, uji kuat tekan beton geopolimer dilakukan pada 3 benda pengujian untuk masing-masing umur beton. Pengujian menggunakan alat *Universal Testing Macine*. Berikut ini adalah hasil pengujian kuat tekan beton geopolimer pada tiap umur beton:

Tabel 4. Kuat tekan beton rata-rata

| Umur | No. Sampel | Berat (gram) | Luas (cm²) | Beban Max | | Kuat | Kuat Tekan | |
|--------|---------------|-----------------|---------------|-----------|------|----------------|--------------------|--|
| (Hari) | | | | (KN) | (Kg) | Tekan (MPa) | Rata-rata (MPa) | |
| | 1 | 3200 | 78,5 | 7,5 | 750 | 0,96 | 0,96 | |
| 3 | 2 | 3100 | 78,5 | 7,5 | 750 | 0,96 | | |
| | 3 | 3300 | 78,5 | 8,0 | 800 | 1,02 | | |
| | 1 | 3300 | 78,5 | 15,0 | 1500 | 1,91 | 1,87 | |
| 7 | 2 | 3400 | 78,5 | 14,0 | 1400 | 1,78 | | |
| | 3 | 3350 | 78,5 | 15,0 | 1500 | 1,91 | | |
| | 1 | 3600 | 78,5 | 11,3 | 1125 | 1,43 | 1 50 | |
| 14 | 2 | 3150 | 78,5 | 11,3 | 1125 | 1,43 | 1,59 | |
| | 3 | 3200 | 78,5 | 15,0 | 1500 | 1,91 | | |
| | 1 | 3250 | 78,5 | 13,0 | 1300 | 1,66 | 1,58 | |
| 28 | 2 | 3250 | 78,5 | 13,0 | 1300 | 1,66 | 1,50 | |
| | 3 | 3250 | 78,5 | 11,3 | 1125 | 1,43 | | |

Sumber: (Perhitungan, 2020)



Gambar 4. Hasil Uji kuat tekan beton geopolimer

Dari tabel 4. sampai tabel 7. dapat diperhatikan bila umur beton semakin lama maka kuat tekan yang dihasilkan juga semakin besar pula. Dari tabel dapat diketahui niali

kuat tekan rata-rata tertiggi pada beton geopolimer yaitu pada umur 7 hari yaitu sebesar 1,87 Mpa, sedangkan nilai kuat tekan rata-rata terendah pada umur 3 hari yaitu 0,96 Mpa. Kecilnya nilai kuat tekan beton geopolimer dapat diakibatkan karena suhu pembakaran dan lama pembakaran abu sekam padi yang tidak maksimal dan menjadi tidak *amorphous*. Sehingga semua hasil uji kuat tekan rata-rata beton geopolimer berbahan abu sekam padi dan abu terbang PLTU Buntoi yang digunakan pada penelitian ini tidak memenuhi syarat untuk beton struktur.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dapat diambil kesimpulan, yaitu:

- 1. Komposisi yang maksimal dalam pembuatan pasta geopolimer didapat dari pengujian pasta geopolimer dengan binder abu sekam padi 40 % dan abu terbang 60 %.
- 2. Penggunaan variasi komposisi antara abu sekam padi dan abu terbang yang dicampurkan dengan larutan alkali aktivator, mempengaruhi hasil kuat tekan rata-rata yang dihasilkan dari pengujian kuat tekan pasta geopolimer.
- 3. Kuat tekan beton geopolimer dengan menggunakan komposisi campuran optimum pasta geopolimer, menghasilkan kuat tekan rata-rata yang lebih rendah. Untuk beton geopolimer umur 3 hari yaitu sebesar 0,98 MPa, umur 7 hari sebesar 1,87 MPa, umur 14 hari sebesar 1,59 MPa dan 1,58 MPa untuk umur 28 hari.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka peneliti memberikan beberapa saran sebagai berikut:

- 1. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan menggunakan jenis abu sekam padi (*rice husk ash*) dan abu terbang (*fly ash*) yang sama namun dengan kadar alkali aktivator yang berbeda. Dan perlu diperhatikan kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus harus sesuai dengan standar spesifikasi.
- 2. Perlu dilakukan *trial* terhadap komposisi optimum dari abu sekam padi (*rice husk ash*), abu terbang (*fly ash*) dan alkali aktivator pada pembuatan pasta geopolimer sehingga menghasilkan kuat tekan yang tinggi dan diharapkan agar campuran antara abu sekam padi, abu terbang, serta material-material pembentuk lainnya benar-benar homogen agar menghasilkan beton yang baik.
- 3. Dalam proses pelarutan, NaOH yang sudah larut bersama dengan air sebaiknya didiamkan selama 24 jam sebelum digunakan. Karena pada penggunaan NaOH yang masih panas/hangat akan mempengaruhi kuat tekan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1. Anam, S., dan Sumarno, A., 2018. *Pengaruh Kombinasi Abu Sekam Padi Sebagai Binder Alternatif Dan Fly Ash Pada Tinjauan Kuat Tekan Beton*. Cibinong.
- 2. Davidovits, J., 2002. 30 Years of Successes and Failures in Geopolymer Application, Market Trends and Potential Breaktroughs. Proceeding at the Geopolymer 2002 Conference, Melbourne, Austrelia. pp. 1-16.
- 3. Katsuki, H., Furuta, S., Watari, T., and Komarneni, S., 2005. ZSM-5 zeolite/Porous Carbon Composite: Conventional- and Microwave-Hydrothermal Syntesis From Carbonized Rice Hush. Microporous and Mesoporous Materials. 86: 145-151.
- 4. Mulyono. T., 2005. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- 5. Nugraha, P. dan Antoni., 2007. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- 6. Subaer., 2015. *Pengantar Fisika Geopolimer*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi.
- 7. Sumajouw, D. M. J., dan Dapas, S.O., 2013. *Elemen Struktur Beton Bertulang Geopolimer*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- 8. Sumarno, A., Widodo, e., Nugroho, A., Triastuti dan suryanegara, L., 2017. Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth (SBE) Dari Industri Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Pada Aplikasi Bata Beton. Prosiding Seminar Lignoselulosa 2017. pp: 42-46.
- 9. Wardani, Sri Prabandiyani Retno., 2008. *Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk stabilitas Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Semarang: Universitas Diponegoro.