

KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER MENGGUNAKAN ABU SEKAM PADI

Ni Made Dewi Lestari¹, I Made Alit Karyawan Salain², Ida Bagus Rai Widiarsa³

¹Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Udayana, Denpasar, Bali, Indonesia

²Program Studi Doktor Ilmu Teknik, Universitas Udayana, Denpasar, Bali, Indonesia

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia

Email: dewi.lestari94@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan pembangunan infrastruktur guna meningkatkan daya saing nasional terus mengalami peningkatan. Beton umumnya digunakan sebagai material utama dalam pembangunan infrastruktur. Semen merupakan material utama dalam proses produksi beton. Di mana produksi semen ini memiliki dampak seperti menghasilkan gas karbondioksida. Beton Geopolimer adalah jenis beton alternatif baru yang tidak menggunakan bahan semen sebagai bahan dasar dalam pembuatannya. Abu Sekam Padi (ASP) akan digunakan sebagai prekursor dan NaOH : Na₂SiO₃ akan digunakan sebagai aktivator. Dalam penelitian ini dibuat 3 campuran dengan memvariasikan persentase ASP dan aktivator yang digunakan. Variasi yang dibuat yaitu B1 (80%:20%) , B2 (70%:30%) , dan B3 (60%:40%). Larutan NaOH digunakan 14 M dengan perbandingan NaOH dan Na₂SiO₃ adalah 1:1,5. Kubus digunakan sebagai cetakan benda uji dalam penelitian ini dengan ukuran cetakan 15cm x 15cm x 15cm. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada pengujian kuat tekan, kuat tekan tertinggi diperoleh pada variasi B2 dengan hasil sebesar 24,81 MPa pada umur benda uji 28 hari. Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan jumlah prekursor dan penambahan aktivator sangat mempengaruhi *workabilitas* pada beton geopolimer.

Kata kunci: Kuat tekan, beton geopolimer, abu sekam padi

GEOPOLYMER CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH USING RICE HUSK ASH

ABSTRACT

The development of infrastructure in order to increase national competitiveness continues to increase. Concrete is generally used as the main material in infrastructure development. Cement is the main material in the concrete production process, where the production of cement has an impact such as producing carbon dioxide gas. Geopolymer concrete is a new alternative type of concrete that does not use cement as a basic material in its manufacture. Rice Husk Ash will be used as a precursor and NaOH : Na₂SiO₃ will be used as an activator. In this study, 3 mixtures were made by varying the percentage of ASP and activator used. The variations made are B1 (80%:20%) , B2 (70%:30%) , and B3 (60%:40%). 14 M NaOH solution was used with the ratio of NaOH and Na₂SiO₃ being 1:1.5. The cube is used as a test object mold in this study with a mold size of 15cm x 15cm x 15cm. Based on the results obtained in the compressive strength test, the highest compressive strength was obtained in the B2 variation with a result of 24.81 MPa at the age of the test object of 28 days. Those reduction in the number of precursors and the addition of activators greatly affect the workability of geopolymer concrete.

Keywords: Compressive strength, geopolymer concrete, rice husk ash

1 PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan infrastruktur guna meningkatkan daya saing nasional terus mengalami peningkatan. Beton umumnya digunakan sebagai material utama dalam pembangunan infrastruktur. Semen merupakan material utama dalam proses produksi beton. Di mana produksi semen ini memiliki dampak seperti menghasilkan gas karbondioksida. Oleh sebab itu, untuk mengurangi dampak bagi lingkungan diperlukan solusi material baru dalam campuran beton sebagai pengganti semen (Mehta, 2018).

Beton Geopolimer merupakan jenis beton alternatif baru yang tidak menggunakan bahan semen sebagai bahan dasar dalam pembuatannya, tetapi material pembentuk yang digunakan harus mengandung senyawa alumina dan silika berbentuk halus, dan dapat direaksikan dengan alkali activator (Ekaputri dan Triwulan, 2013). Aktivator

yang digunakan pada umumnya yaitu menggunakan natrium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3). Abu sekam padi (ASP) akan digunakan sebagai prekursor beton geopolimer pada penelitian ini karena ASP mengandung silika sekitar 87-97%.

Pada penelitian ini strategi yang akan dilakukan yaitu benda uji akan dibuat 3 campuran dengan memvariasikan persentase ASP dan aktivator yang digunakan. Variasi yang dibuat yaitu B1 (80% : 20%), B2 (70% : 30%), dan B3 (60% : 40%). Larutan NaOH yang digunakan sebesar 14 M dengan rasio NaOH : Na_2SiO_3 yang digunakan adalah 1:1,5. Dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh hasil mengenai pengaruh variasi penggunaan ASP dan aktivator terhadap kuat tekan beton geopolimer dan didapatkan hasil bagaimanakah variasi yang paling terbaik dari 3 variasi campuran yang dibuat.

2 BETON GEOPOLIMER

2.1 Definisi beton geopolimer

Beton Geopolimer merupakan jenis beton alternatif baru yang tidak menggunakan bahan semen sebagai bahan dasar dalam pembuatannya (Davidovits, 1999). Sebagai pengganti, material pembentuk yang digunakan harus mengandung senyawa alumina dan silika berbentuk halus, dan dapat direaksikan dengan *alkali activator*.

2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton Geopolimer

Menurut (Hardjito and Rangan, 2005) kelebihan dan kekurangan beton geopolimer adalah sebagai berikut:

- a. Kelebihan beton geopolimer:
 - Tahan terhadap kondisi cuaca
 - Lebih awet terhadap reaksi silika dan alkali
 - Lebih ramah lingkungan
- b. Kekurangan beton geopolimer:
 - Pada proses pembuatannya rumit karena proses kimia yang terjadi sangat cepat
 - Belum adanya standarisasi campuran yang pasti.

2.3 Material Penyusun Beton Geopolimer

Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan batuan pecah diperoleh dari jasa pemecah batu. Butir ukuran yang dimiliki biasanya berkisar 4,75mm – 40mm. Agregat kasar yang digunakan sebaiknya memiliki persyaratan seperti berikut :

- Bentuk agregat kasar hendaknya keras dan tidak memiliki pori
- Kandungan lumpur kurang dari 1%
- Bebas dari zat alkali
- Ukuran butir bervariasi

Agregat Halus

Agregat Halus merupakan hasil alami pasir yang dihasilkan oleh jasa pemecah batu dan ukuran maksimal 5 mm (BSN, 1990; BSN, 2000). Agregat halus yang digunakan sebaiknya memiliki persyaratan seperti berikut:

- Pasir harus bersifat keras dan tahan cuaca
- 5% adalah batas maksimal kandungan lumpur pada pasir
- Agregat halus sebaiknya tidak menggunakan pasir laut.

Air

Air pada pasta beton berperan sebagai zat yang melarutkan campuran agar beton dapat tercampur dengan baik. Pada pembuatan beton geopolimer air berperan sebagai pelarut zat kimia NaOH dan Na_2SiO_3 yang kemudian membentuk pasta aktivator sebelum dicampurkan dengan ASP dan material lainnya.

Alkaline Activator

Alkaline activator atau larutan alkali berperan pada proses polimerisasi. Alkaline berfungsi menghidupkan senyawa yang terdapat pada prekursor dengan menghancurkan mereka menjadi molekul $\text{Al}(\text{OH})_4$ dan $\text{Si}(\text{OH})_4$. Pada umumnya bahan aktivator yang umum digunakan adalah larutan kombinasi dari Na_2SiO_3 dan NaOH.

Abu Sekam Padi

Material abu sekam padi adalah material yang memiliki kandungan silika yang cukup banyak. Pada umumnya material ini didapatkan dari pembakaran pada suhu $400^\circ - 1000^\circ\text{C}$. Penelitian yang ada sebelumnya telah meneliti mengenai penambahan ASP 10% menghasilkan kuat tekan yang meningkat. Hal ini dikarenakan abu sekam padi memiliki sifat *pozzolanic* (Utomo, 2017; Pamungkas et al., 2021).

2.4 Kuat Tekan Beton Geopolimer

Kuat tekan beban pada beton adalah kapasitas beton per satuan luas, dimana dapat membuat beton hancur bila dibebani oleh mesin tekan dengan kekuatan tekan yang ditentukan (Tjokrodinuljo, 2007). Persamaan berikut digunakan untuk menghitung nilai kuat tekan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan :

- σ = Kuat Tekan Beton
- A = Luas pada penampang
- P = Beban maksimum

3 METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi eksperimental membuat beton geopolimer menggunakan bahan dasar Abu Sekam Padi (ASP) yang telah lewat ayakan saringan no.200 sebagai prekursor dan aktivator NaOH dan Na₂SiO₃. Perekat merupakan campuran antara prekursor dan aktivator. Perbandingan Perekat : Agregat Halus : Agregat Kasar adalah sebesar 1:1,2:2,3. Variasi ASP dengan aktivator dibuat dalam 3 jenis campuran yaitu:

1. B1 (80%:20%)
2. B2 (70%:30%)
3. B3 (60%:40%)

Rasio NaOH dan Na₂SiO₃ digunakan perbandingan rasio 1:1,5 dan molaritas NaOH yang digunakan adalah 14 M.

Pada pengujian ini setiap variasi campuran dibuat 3 buah benda uji dengan umur uji yaitu 7, 14, 21, dan 28 hari. Sehingga jumlah total benda uji adalah 36 buah. Variasi ASP dengan aktivator ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh jumlah ASP dan aktivator pada beton geopolimer. Pada penelitian ini pengujian yang dilakukan ialah pengujian slump dan kuat tekan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini terbagi kedalam 2 kelompok, yaitu hasil pemeriksaan bahan (material) dan hasil dari pengujian beton geopolimer.

4.1 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan (material) diperlukan untuk memperoleh data mengenai sifat yang terkandung pada suatu bahan.

Pemeriksaan Kimia Abu Sekam Padi

Sebelum melakukan pencampuran material dilakukan pemeriksaan terhadap senyawa yang terkandung dalam ASP. Hasil pemeriksaan yang diperoleh terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemeriksaan Kimia Komposisi Abu Sekam Padi

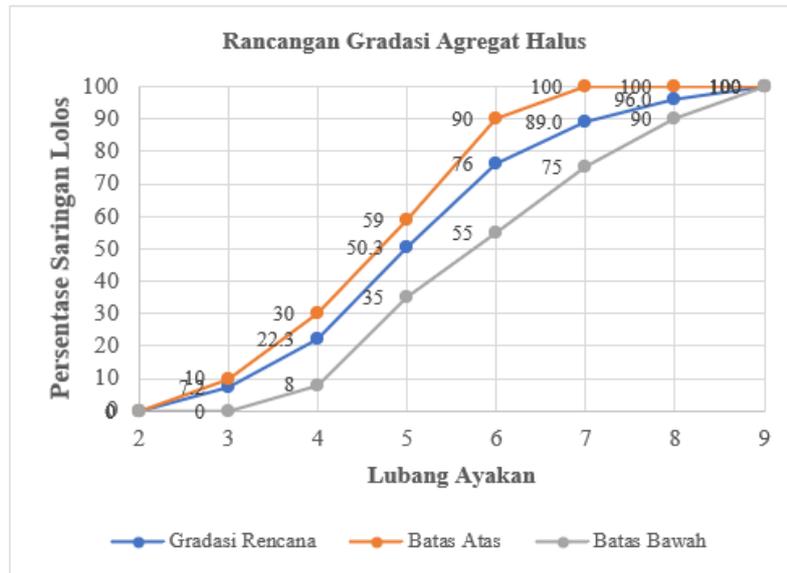
Senyawa Kimia	Hasil (%)
SiO ₂	47,02
Al ₂ O ₃	0,20
CaO	0,41
FeO ₃	0,38
K ₂ O	1,84
MnO ₂	0,17
ZnO	0,02

Pemeriksaan Agregat Halus dan Agregat Kasar

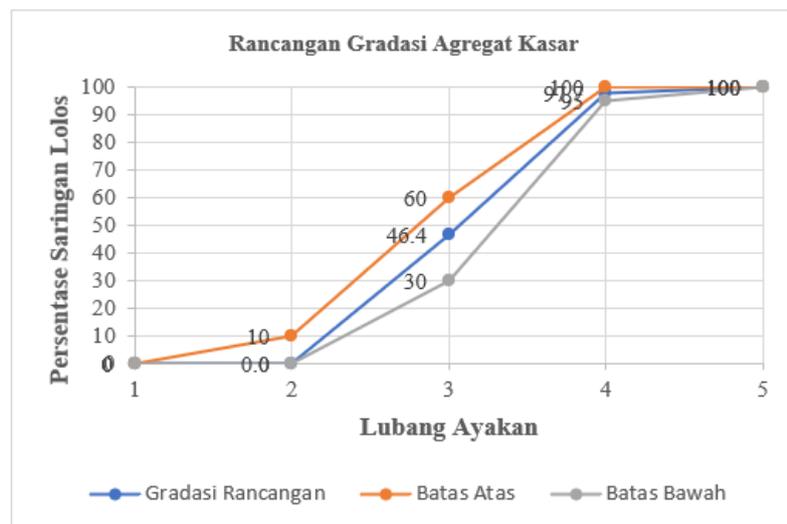
Tahap pemeriksaan material dimaksudkan agar sifat yang terkandung didalam material seperti susunan gradasi agregat, kadar lumpur, berat jenis, penyerapan air, dan berat volume dapat diketahui. Hasil pemeriksaan yang diperoleh terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 2 dan 3.

Tabel 2. Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan	Agregat Halus	Agregat Kasar
Penyerapan Air (%)	3,01	6,43
Kadar Lumpur (%)	2,08	0,83
Berat Jenis SSD	1,92	1,77
Berat Volume (gram/cm ³)	1,57	1,32



Gambar 2. Rancangan Gradasi Agregat Halus Zona 2



Gambar 3. Rancangan Gradasi Butiran Maksimum 20mm Agregat Kasar

Aktivator

Bahan aktivator dalam penelitian beton geopolimer ini digunakan NaOH dan Na₂SiO₃. Bahan kimia NaOH memiliki nama lain *soda caustic* dan berbentuk kepingan. Sedangkan bahan kimia Na₂SiO₃ memiliki nama lain *waterglass* dan berbentuk seperti gel. Pada penelitian ini perbandingan rasio NaOH dan Na₂SiO₃ adalah 1:1,5.

Air

Air yang dipergunakan hendaknya merupakan air PDAM diperoleh pada Laboratorium Struktur dan Bahan Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana di Bukit Jimbaran.

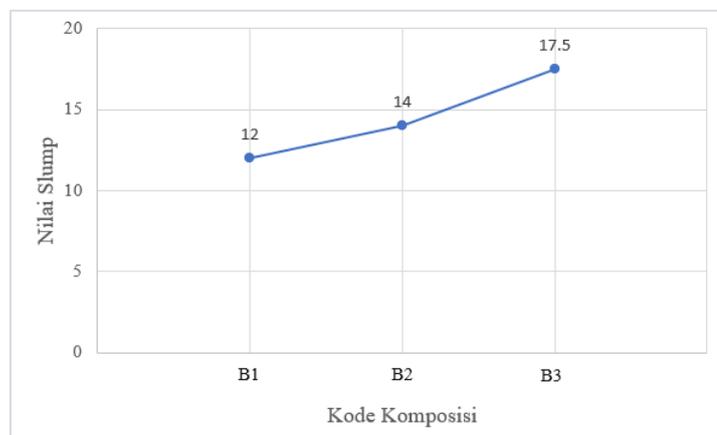
4.2 Hasil Pengujian Beton Geopolimer

Pengujian Slump

Untuk mengetahui seberapa kental adukan beton diperlukan adanya uji *slump*. Hasil dari uji *slump* yang didapatkan terlihat pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Hasil Dari Pengujian *Slump*

Kode Komposisi	Nilai Slump (cm)
B1	12
B2	14
B3	17,5



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian *Slump*

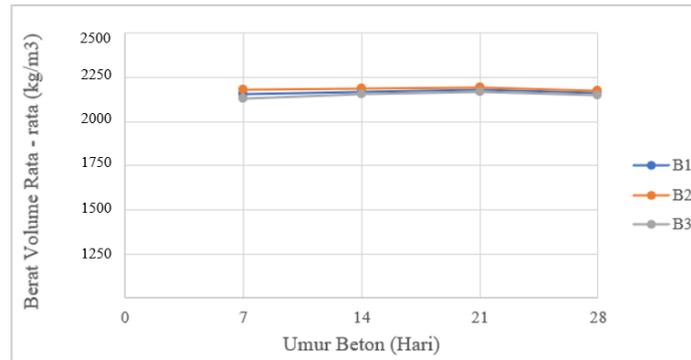
Dari Tabel 2. dan Gambar 4. ditunjukkan bahwa *slump* pada variasi B2 terhadap B1 mengalami peningkatan *slump* sebesar 14,28%, B3 terhadap B2 meningkat sebesar 20%, dan B3 terhadap B1 sebesar 31,43%. Terdapat penambahan air pada saat pengadukan campuran beton sebanyak 10% dari berat perekat pada setiap variasi.

Berat Volume Beton Geopolimer

Pengujian berat volume dilakukan sebelum melakukan uji kuat tekan. Berat volume dapat diketahui dengan mengukur dan menimbang berat sampel kubus. Hasil pemeriksaan rata – rata berat volume beton terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 5.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Geopolimer

Kode Campuran	Berat Volume (kg/m ³)			
	7	14	21	28
B1	2156,25	2159,31	2158,52	2157,83
B2	2164,64	2167,11	2168,69	2167,51
B3	2154,27	2156,05	2157,73	2156,54



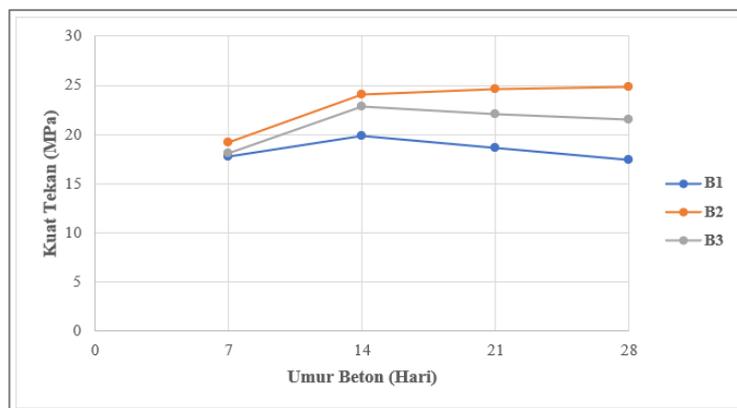
Gambar 5. Grafik Hasil Pemeriksaan Berat Volume Beton Geopolimer

Pengujian Kuat Tekan

Pada penelitian ini, pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Data yang diperoleh dari pengujian kuat tekan ini adalah hasil dari rata – rata kuat tekan pada setiap variasi. Kuat tekan rata-rata pada setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 5. dan Gambar 6.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan

Kode Campuran	Kuat Tekan (MPa)/Umur Beton (hari)			
	7	14	21	28
B1	17,75	19,91	18,59	17,41
B2	19,19	24,07	24,67	24,81
B3	18,12	22,89	22,07	21,48



Gambar 6. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

Berdasarkan hasil uji kuat tekan, campuran beton geopolimer B2 (70%:30%) menghasilkan kuat tekan paling optimum dibandingkan dengan campuran beton geopolimer B1 dan B3. Pada umur benda uji 7 hari hingga 14 hari persentase peningkatan kuat tekan B1, B2, dan B3 berturut – turut adalah sebesar 12,17%, 25,43%, dan 26,32%. Dari umur uji 14 hari hingga 21 hari B1 dan B3 mengalami penurunan kuat tekan sebesar 6,63% dan 3,6%. Sedangkan B2 mengalami sedikit peningkatan kuat tekan sebesar 2,5%. Pada umur uji 21 hari hingga 28 hari beton B1 dan B3 kembali mengalami penurunan kuat tekan sebesar 6,35% dan 2,67%. Sedangkan beton B2 mengalami sedikit peningkatan kuat tekan sebesar 0,6%.

4.3 Analisis Hasil

Pada penelitian ini, data yang telah didapat menunjukkan bagaimana pengaruh variasi ASP dan aktivator pada perkembangan beton geopolimer. Hasil uji slump meningkat pada B1, B2, dan B3. Peningkatan nilai slump pada penelitian ini terjadi karena pengaruh dari berkurangnya jumlah abu sekam padi, bertambahnya aktivator, serta adanya penambahan air. Penambahan air pada saat pengadukan beton karena penyerapan air pada abu sekam padi cukup tinggi, sehingga campuran beton mengalami kekurangan air yang mengakibatkan beton sulit dikerjakan.

Variasi campuran beton geopolimer terbaik diperoleh pada variasi B2. Kuat tekan beton B2 tertinggi diperoleh pada umur benda uji 28 hari sebesar 24,81 MPa. Sedangkan pada beton variasi lainnya yaitu B1 dan B3 mengalami penurunan kuat tekan pada umur 14 hari sampai dengan 28 hari. Hal dapat terjadi dikarenakan proporsi yang kurang baik antara ASP dan aktivator. Pada B1 penurunan kuat tekan dapat disebabkan karena jumlah ASP yang berlebih dibandingkan dengan aktivator. Pada variasi B2, komposisi campuran antara ASP dan aktivator seimbang. Di sisi lain penurunan kuat tekan pada B3 dapat disebabkan karena jumlah ASP yang lebih sedikit dibanding dengan aktivator yang ada.

5 KESIMPULAN

Penggunaan Abu Sekam Padi (ASP) sebagai material campuran pembentuk beton geopolimer menunjukkan hasil yang menjanjikan. Penelitian ini menyimpulkan beberapa hasil uji sebagai berikut hasil uji slump pada variasi B1 adalah sebesar 12 cm, B2 sebesar 14 cm, dan B3 sebesar 17,5 cm. Slump mengalami peningkatan karna pengaruh berkurangnya jumlah abu sekam padi, serta bertambahnya jumlah aktivator. Variasi terbaik dari campuran beton geopolimer yang telah dibuat didapatkan pada beton B2, dimana komposisi campuran yang digunakan yaitu 70% : 30%. Kuat Tekan yang didapatkan pada variasi ini adalah sebesar 24,81 MPa pada umur uji 28 hari. Merujuk pada simpulan di atas, saran yang dapat diberikan dan diharapkan dapat bermanfaat pada penelitian selanjutnya adalah (a) Diperlukan penelitian untuk mengkaji keawetan atau durabilitas beton geopolimer, (b) Penelitian selanjutnya dapat menggunakan superplastiziser (bahan pengencer) pada pembuatan campuran beton geopolimer guna mengurangi penambahan air, (c) Penelitian selanjutnya juga dapat mengkaji mikrostruktur senyawa yang terbentuk pada beton geopolimer pada berbagai umur.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1750-1990. Standar Nasional Indonesia untuk Spesifikasi Agregat Beton*. Jakarta
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton*. Jakarta:
- Davidovits, J. 1999. Chemistry of Geopolymeric Systems Terminology. *Proceedings of 2nd International Conference on the Geopolymere'99* (pp. 9-40). France: Saint Quentin.
- Ekaputri, J. J., & Triwulan. 2013. Sodium sebagai Aktivator Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer. *Jurnal Teknik Sipil ITB, Vol 20*, 1-10.
- Hardjito, Djwantoro and Rangan, Vijaya. 2005. *Development and Properties of Low-Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*. Curtin University of Technology.
- Mehta, A. (2018). Sustainable Geopolymer Concrete using Ground Granulated Blast Furnace Slag and Rice Husk Ash: Strength and Permeability Properties. *Journal of Cleaner Production, Vol 205*, 49-57.
- Pamungkas, I., Salain, I., & Wiryasa, M. (2021). Kuat Tekan Beton Geopolimer Menggunakan Abu Terbang. *Jurnal Spektran, Vol 9*, 76-84.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.
- Utomo, T. (2017). *Analisa Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Bahan Alternatif Abu Sekam Padi Dan Kapur Padam*. Doctoral Dissertation, Teknik Sipil Fakultas Teknik.