

Pengaruh Penambahan Boraks Pada *Setting Time*, *Workability*, Dan Kuat Tekan Pada Beton Geopolimer

AHMAD NABIL HAIDAR¹, EUNEKE WIDYANINGSIH²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: ahmadnabil.1791@gmail.com¹, eunekewidya@itenas.ac.id².

ABSTRAK

Penggunaan beton dinilai masih efektif, karena memiliki kuat tekan yang tinggi dan mudah untuk dikerjakan. Produksi semen sebagai bahan utama pembuatan beton saat ini menghasilkan banyak emisi gas CO₂. Para ahli mulai mengembangkan inovasi beton yang tidak lagi menggunakan semen sebagai bahan utama, melainkan menggunakan fly ash dan alkali aktivator yang terdiri dari larutan NaOH dan Na₂SiO₃ sebagai bahan utama atau bisa disebut beton geopolimer. Fly ash dianggap dapat menggantikan semen karena memiliki banyak kandungan silika didalamnya. Permasalahan yang muncul adalah ketika pada proses pencampuran beton geopolimer terjadi sangat cepat, sehingga sulit dalam proses pencetakan. Tujuan penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan boraks terhadap beton geopolimer pada umur 7, 14, dan 28 hari terhadap waktu ikat, kelecakan, dan kuat tekan. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Variasi penambahan boraks yang ditambahkan adalah 0%; 2,5%; 5%; dan 10% dengan waktu ikat akhir didapatkan berturut-turut adalah 7, 9, 11, dan 16 menit

Kata kunci : Beton geopolimer, Boraks, Waktu Ikat Akhir, Fly Ash.

ABSTRACT

The use of concrete is still considered effective due to its high compressive strength and ease of workability. The production of cement as the primary material for concrete manufacturing leads to significant CO₂ emissions. Experts have begun to develop innovative concrete solutions that no longer using on cement as the main ingredient but instead utilize fly ash and alkali activators, consisting of NaOH and Na₂SiO₃ solutions, as the main components. This type of concrete is commonly referred to as geopolymer concrete. Fly ash is considered a potential cement replacement due to its high silica content. One challenge that arises is the rapid setting of geopolymer concrete mixtures during the mixing process, making it difficult for molding and shaping. The objective of this research is to examine the influence of adding borax to geopolymer concrete at the ages of 7, 14, and 28 days, with a focus on setting time, workability, and compressive strength. The research methodology employed in this study is experimental. Various levels of borax additions were tested, namely 0%, 2.5%, 5%, and 10%. The obtained final setting times for these additions were 7, 9, 11, and 16 minutes respectively.

Key Word : Geopolymer Concrete, Borax, Fly Ash, Final Setting Time.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan beton geopolimer dimulai pada tahun 1978 oleh Davidovits, dimana ia memanfaatkan limbah B3, fly ash, batubara sebagai pengganti semen. Reaksi polimerisasi pada beton geopolimer terjadi karena pencampuran antara fly ash dengan larutan alkali aktivator yang terdiri dari NaOH dengan Na_2SiO_3 dengan perbandingan 1 : 3, dan pada reaksi ini cenderung terjadi sangat singkat, sehingga sangat sulit dalam pencampuran. Upaya dalam memperpanjang waktu ikat pada beton geopolimer adalah penambahan zat aditif. Pada penelitian ini dilakukan penambahan bahan tambah berupa Natrium Tetraborat, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, (Boraks) yang diharapkan dapat memperpanjang setting time (waktu ikat) pada beton geopolimer.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Geopolimer

Beton geopolimer merupakan beton yang dalam pembuatannya tidak menggunakan semen. Beton geopolimer merupakan hasil dari reaksi antara senyawa yang kaya akan unsur alumina dan silika dengan larutan alkali. Salah satu material yang sering dipakai adalah *fly ash* dimana material ini merupakan material yang kaya akan senyawa alumina dan silika (Lloyd & Rangan, 2020). Larutan yang digunakan dalam membentuk beton geopolimer merupakan campuran yang terdiri dari *sodium hidroksida* dan alkali aktivator lainnya. Alkali aktivator lain yang sering digunakan adalah senyawa yang kaya akan kandungan silika, seperti sodium atau kalium silikat. Kandungan yang terdapat dalam senyawa alkali juga memberi dampak yang signifikan terhadap kekuatan beton geopolimer.

2.2 Fly Ash

Fly ash merupakan sisa hasil pembakaran batu bara dari mesin *boiler* yang kebanyakan berasal dari mesin pembangkit listrik tenaga uap. *Fly ash* merupakan material halus, berbentuk seperti bubuk dan biasanya memiliki kandungan silika yang banyak. *Fly ash* merupakan material yang bersifat *pozzolan*, sifat ini yang membuat *fly ash* sangat reaktif dengan senyawa alkali dan bisa digunakan sebagai pengganti semen dalam proses pembuatan beton.

2.3 Boraks

Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) merupakan senyawa yang dapat digunakan sebagai salah satu aktivator atau senyawa tambahan dalam pembuatan beton geopolimer. Boraks dapat digunakan pula untuk memperlambat setting time pada sebuah beton geopolimer (Mackenzie et al, 2005). Boraks memiliki massa molekul yang besar sehingga sulit larut dalam air, tetapi ketika dilarutkan dengan air akan menghasilkan senyawa Natrium hidroksida dan asam borat (H_3BO_3).

2.4 Alkali Aktivator

Alkali aktivator merupakan suatu zat atau unsur yang menyebabkan zat atau unsur lain bereaksi. Senyawa alkali aktivator yang umum digunakan dalam pembuatan beton geopolimer adalah NaOH. Larutan NaOH merupakan larutan yang bersifat basa kuat menghasilkan reaksi kimia dengan senyawa silika yang terkandung dalam *fly ash* merupakan asam kuat. Selain larutan NaOH senyawa pembentuk alkali aktivator lainnya adalah Na_2SiO_3 (*sodium silikat*) yang berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi atau disebut juga katalisator

2.5 Agregat

Agregat merupakan material alami atau buatan yang berfungsi sebagai bahan campuran beton, Agregat menempati sekitar 70% volume beton, sehingga pemilihan agregat merupakan bagian yang penting dalam pembuatan beton. Menurut Silvia Sukirman (2003), agregat merupakan butiran batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan

yan berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil (fragmen-fragmen) yang berfungsi sebagai bahan campuran atau pengisi dari suatu beton.

2.6 Setting Time

Pada proses pembuatan beton *setting time* merupakan waktu yang penting untuk diperhatikan karena berkaitan dengan fase beton yang akan mempengaruhi kekuatan beton pada saat pengecoran dilakukan. Penentuan setting time pada beton geopolimer tidak dapat menggunakan SNI 03-6827-2002 sebagai acuan, tetapi menggunakan cara eksperimental dengan cara menusukan jarum kedalam campuran beton geopolimer tiap 15 detik dan dilihat apakah jarum masih dapat masuk atau tidak.

2.7 Kuat Tekan

Kuat tekan beton merupakan perbandingan antara beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan dari mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibandingkan sifat-sifat lain.

3. METODE PENELITIAN

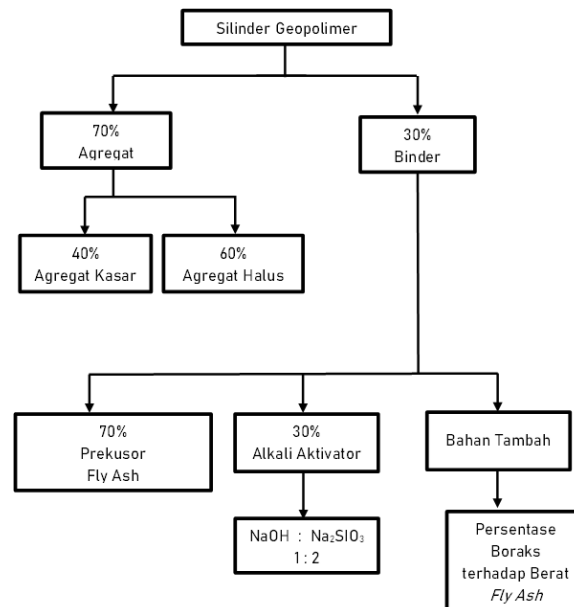
3.1 Metodologi

Metodologi merupakan serangkaian prosedur dan panduan yang digunakan untuk merencanakan, mengumpulkan data, dan menganalisis dalam suatu penelitian. Langkah-langkah penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Mulai.
2. Studi Pendahuluan.
3. Persiapan bahan uji.
 - a. *Fly Ash*
Pengujian berat jenis *fly ash* dilakukan dalam persiapan bahan uji
 - b. Agregat kasar dan agregat halus .
 - c. Pengujian kadar lumpur dan berat jenis dilakukan pada agregat halus dan agregat kasar dalam persiapan benda uji.
 - d. Alkali aktivator
Terdiri dari larutan *natrium hidroksida* (NaOH) dan *natrium silikat* (Na₂SiO₃) dengan perbandingan 1:2 untuk benda uji silinder.
 - e. Bahan tambah
Bahan tambah pada penelitian ini adalah boraks, penggunaan boraks sebanyak 5% dari total kebutuhan fly ash yang digunakan, dan akan dilarutkan terlebih dahulu bersamaan dengan padatan NaOH kedalam air.
4. Dilakukan proses *mix design*.
5. Proses pembuatan benda uji silinder.
6. Pengujian *slump flow*.
7. Perawatan benda uji silinder, metode mebran.
8. Analisis data.
9. Hasil dan pembahasan.
10. Kesimpulan dan saran.
11. selesai

3.2 Perencanaan Komposisi Silinder Beton Geopolimer

Komposisi untuk pembuatan benda uji silinder dapat dilihat lebih lanjut pada **Gambar 2**.

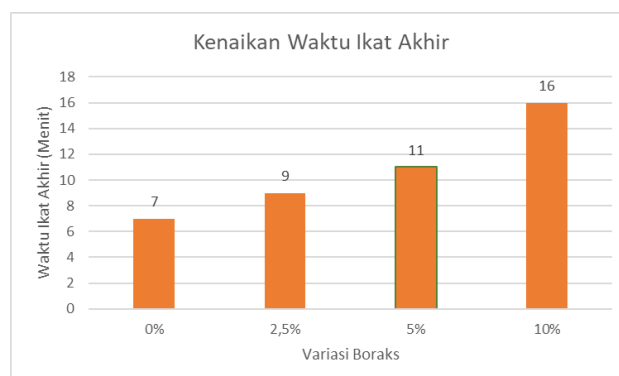


Gambar 1 Komposisi Silinder Beton Geopolimer

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Waktu Ikat Akhir

Pengujian waktu ikat pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan cara menusukan jarum kedalam campuran beton geopolimer. Pengecekan dilakukan tiap 15 detik dan dilakukan hingga jarum sudah tidak dapat lagi menebus kedalam campuran beton geopolimer. Hasil dari pengujian pada penelitian ini didapatkan waktu ikat akhir untuk variasi boraks 0% selama 7 menit, untuk variasi boraks 2,5% selama 9 menit, untuk variasi boraks 5% selama 11 menit, dan untuk variasi boraks 10% selama 16 menit. Hasil pengujian waktu ikat dapat dilihat lebih jelas melalui barchart pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Waktu IKat Akhir

4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil penelitian ini didapatkan bahwa variasi penambahan boraks sebesar 5% dari total fly ash yang digunakan merupakan variasi yang optimal. Hasil dari pengujian kuat tekan ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder dengan Kadar Boraks 0% dan 5%

Boraks	7 Hari			14 Hari			28 Hari		
	Benda Uji	Kuat Tekan	Rata-rata (MPa)	Benda Uji	Kuat Tekan	Rata-rata (MPa)	Benda Uji	Kuat Tekan	Rata-rata (MPa)
0%	1	23,77	24,19	1	28,11	28,64	1	32,30	32,62
	2	24,62		2	29,16		2	32,15	
	3	15,07*		3	13,86*		3	33,40	
5%	1	16,68	17,61	1	20,29	20,32	1	35,87	33,57
	2	18,55		2	20,36		2	30,08	
	3	17,75		3	22,18		3	34,77	

Keterangan: * Outlier

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan diantaranya:

1. Boraks dinilai cukup efektif untuk memperpanjang waktu *setting time* pada beton geopolimer, namun penggunaan boraks hanya dapat memperpanjang waktu setting time 1-4 menit.
2. Penggunaan boraks dapat menurunkan nilai kuat tekan, meninjau pada umur 7 hari didapatkan nilai kuat tekan pada variasi borak 0% sebesar 24,19 MPa, dan pada variasi 5% sebesar 17,61 MPa.
3. Variasi penambahan boraks 5% merupakan variasi yang optimum, karena pada variasi tersebut didapatkan waktu ikat akhir yang sudah cukup lama dengan kisaran waktu hingga 11 menit dan nilai kuat tekan yang dihasilkan pada umur 28 hari pun tidak terlalu signifikan jika dibandingkan dengan variasi tanpa penambahan boraks.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan diatas, saran dapat diberikan sebagai berikut.

1. Dapat ditambahkan bahan tambah lain, seperti: *red mud powder*, *slica fume*, abu sekam padi atau bahan yang memiliki banyak kandungan silika dengan tujuan untuk meningkatkan nilai kuat tekan yang turun akibat penambahan dari boraks.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni, Purwantoro, A. A., Suyanto, W. S., & Hardjito, D. (2019). Fresh and Hardened Properties of High Calcium Fly Ash- Based Geopolymer Matrix with High Dosage of Borax. *Springer*, 1-5.
- Antoni, Wijaya, S. W., Satria, J., Sugiarto, A., & Hardjito, D. (2016). The Use of Borax in Deterring Flash Setting of High Calcium Fly Ash Based Geopolymer. *Trans Tech Publication*, 1-4.
- Purwantoro, A., Suyanto, W., Antoni, & Hardjito, D. (2016). Pengaruh Penambahan Boraks dan kalsium Oskida terhadap Setting Time dan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash. *Universitas Kristen Petra*, 1-4.
- Surja, R. T., Mintura, R., Antoni, & Hardjito, D. (2017). Perbandingan Beberapa Prosedur Pembuatan Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C. *Universitas Kristen Petra*, 185-186.