

STUDI KOMPARASI KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER DENGAN BETON KONVENSIONAL

Mochammad Qomaruddin^{1*}, Tri Hanafiah Munawaroh¹ dan Sudarno²

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Saintek, Universitas Islam Nahdlatul Ulama
Jl. Tamansiswa (Pekeng) Tahunan, Jepara.

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Jl. Suparman No.39 Potrobangsang Magelang.

*Email: qomar@unisnu.ac.id

Abstrak

Semen portland sebagai material pengikat beton paling banyak digunakan pada dunia konstruksi, ternyata mempunyai dampak negative terhadap lingkungan, karena pada saat semen dibuat di pabrik menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂), sehingga ikut berperan dalam peningkatan pemanasan global. Untuk mengurangi penggunaan semen Portland telah ditemukan inovasi terbaru yaitu beton geopolimer yang menggunakan material pengikat fly ash sebagai bahan pengganti semen. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan membuat dua benda uji beton geopolimer dan beton konvensional yang bertujuan untuk memperoleh perbandingan nilai kuat tekan beton dengan konsep mix design yang sama dan untuk mengetahui waktu ikat antara pasta geopolimer dan pasta konvensional. Proses curing pada penelitian ini menggunakan karung basah selama umur 7 hari, 14 hari, 28 hari. Hasil penelitian menyatakan bahwa pasta geopolimer memiliki waktu ikat awal dan waktu ikat akhir lebih lambat bila dibandingkan dengan waktu ikat pasta semen konvensional. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kuat tekan beton konvensional dan beton geopolimer selalu meningkat seiring bertambahnya umur benda uji, untuk beton geopolimer memiliki kuat tekan sebesar 362,96 kg/cm², nilai kuat tekan beton geopolimer ini lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton konvensional yang hanya sebesar 202,96 kg/cm².

Kata kunci : beton, curing, fly ash, geopolimer, semen.

1. PENDAHULUAN

Semen *portland* merupakan salah satu bahan penyusun beton paling banyak digunakan dalam bidang konstruksi teknik sipil. Menurut (Mulyana dan Yolanda, 2017) semen memiliki kekurangan yaitu tidak ramah lingkungan karena adanya gas karbon dioksida yang dihasilkan mengakibatkan penambahan pemanasan global. Tercatat bahwa per ton semen menghasilkan rata-rata 0,77 ton CO₂ dari proses kalsinasi, pembakaran bahan bakar dan pemakaian listrik dengan reaksi kimia. Perkiraan produksi semen di dunia akan terus meningkat di setiap tahunnya hal ini terlihat pada tahun 1995 produksi semen mencapai 1,5 miliar ton, pada tahun 2010 produksi semen mencapai 2,2 miliar ton (Atmaja, 2015).

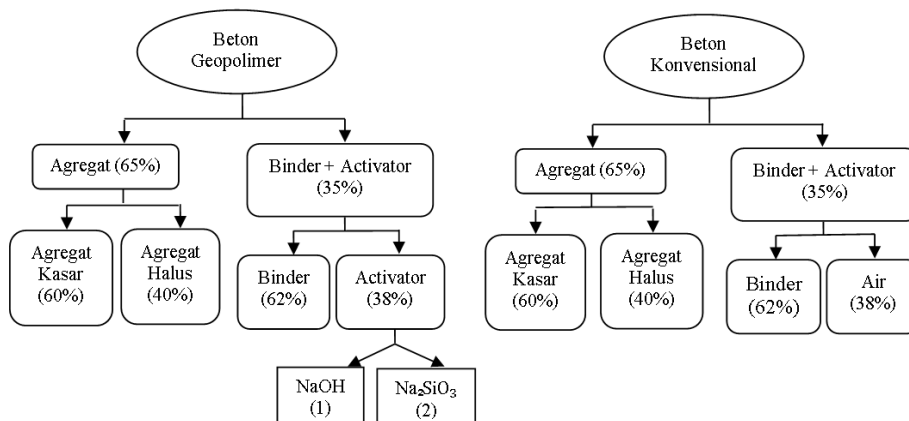
Inovasi terbaru sebagai salah satu kajian penelitian menyebutkan adanya *fly ash* sebagai pengganti binder pada beton (Manuahe dkk, 2014). *Fly ash* atau biasa disebut sebagai abu terbang merupakan limbah pembangkit listrik tenaga uap hasil pembakaran batu bara yang berbentuk partikel halus. *Fly ash* memiliki kandungan *Silika (Si)* dan *Alumina (Al)* yang nantinya akan bereaksi dengan cairan alkali activator sebagai pengikat pada beton geopolimer. Menurut penelitian (Ekaputri dkk, 2007) beton geopolimer memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya ramah lingkungan karena tidak memancarkan gas CO₂ ke udara, kuat tekan beton dapat tercapai 70% dalam kurun waktu empat jam pertama, mempunyai volume yang tetap, tahan pada lingkungan yang agresif. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui katakarakteristik beton geopolimer maupun dengan pengujian kuat tekan beton yang dilakukan (Prasetyo, 2015).

2. METODOLOGI

2.1. Variasi Dan Mix Design Concrete

Variasi benda uji terdiri dari dua jenis beton yaitu beton gopolimer (Pujianto, 2013), dan beton konvensional dengan umur pengujian selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Selain perbedaan binder pada variasi benda uji, dimana untuk beton geopolimer menggunakan *fly ash* (Suarnita, 2011), dan beton konvensional menggunakan semen juga untuk cara pembuatannya juga berbeda. Tetapi

Benda uji yang dibuat ini, memiliki indikasi kesamaan yaitu untuk proses pembuatan menggunakan prosentase *mix design* yang sama. Adapun *mix design* dapat dilihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. (a) *Mix Design* Beton Geopolimer, (b) *Mix Design* Beton Konvensional

2.2. Jumlah Bahan Material Benda Uji

Jumlah material dibuat sesuai dengan prosentase yang telah ditentukan dalam *mixdesign* dan berat isi ditetapkan sebanyak 85000 gram per sampel kubus. Agar lebih jelas dapat dilihat Tabel.1 berikut:

Tabel 1. Komposisi Material Beton Konvensional

Jenis Pengujian	Bahan Material Geopolimer dan Konvensional (gram)						
	Pasir	Semen	Fly Ash	Air	NaOH	Na ₂ SiO ₃	Krikil
Beton Geopolimer	22100	-	18445	-	3768,33	7536,67	33150
Beton Konvensional	22100	18445	-	11305	-	-	

2.3. Jumlah Sampel Uji

Jumlah sampel uji yang dibuat sesuai dengan jenis sampel dan umur beton, dapat dilihat sesuai tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Pembuatan Benda Uji

Jenis Sampel Pengujian	Jumlah Pembuatan Benda Uji			
	Umur 7 Hari	Umur 14 Hari	Umur 28 Hari	Jumlah
	Beton Konvensional	3	3	
Beton Geopolimer	3	3	3	9

2.4. Proses pembuatan Cairan Alkali Activator

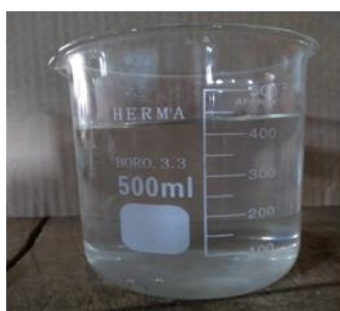
Larutan alkali activator dalam penelitian ini digunakan sebagai pengganti air dalam pembuatan beton geopolimer(EkaputridanTriwulan. (2013). Perbandingan alkali activator pada penelitian ini yaitu 1:2 dengan ketentuan satu larutan NaOH dengan molaritas 8M dan dua sodium silikat (Na₂SiO₃). Gambar 2 dan Gambar 3 adalah :



Gambar 2(a). NaOH Berbentuk Kristal



Gambar 2(b). Campuran NaOH Dengan Air (H₂O)



Gambar 3(a). Larutan NaOH



Gambar 3(b). Sodium Silikat Na₂SiO₃

2.5. *Curing* Beton

Curing beton dilakukan dengan metode karung basah (Wallah dan Steenie, 2014). Beton yang telah dikeluarkan dari cetakan akan ditutup menggunakan karung yang telah dibasahi air dengan jangka waktu sesuai dengan umur beton yaitu 7 hari, 14 hari dan 28 hari. *Curing* beton ini bertujuan agar terhindar dari pengaruh cuaca pada proses pengerasan beton dan agar beton tidak menguap sehingga dapat mempengaruhi kuat tekan beton (Nugraha dkk, 2007).



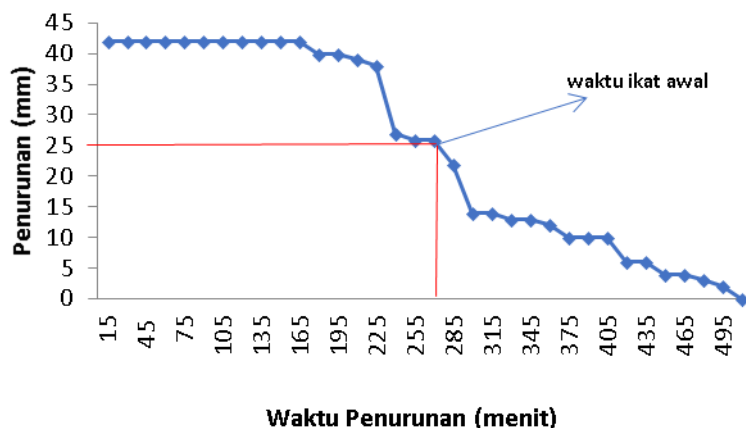
Gambar 4. Proses *Curing* Beton

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Pengujian waktu ikat

3.1.1. Pasta Geopolimer

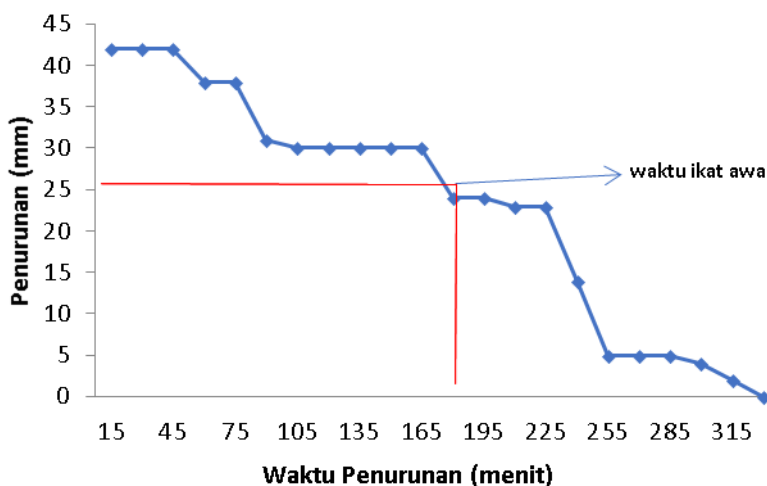
Hasil data dalam Gambar 6 menunjukkan bahwa waktu ikat awal terjadi pada waktu 274 menit atau selama 4.34 jam sedangkan untuk waktu ikat akhir yaitu bila penurunan menunjukkan angka 0 mm dan tidak terdapat bekas jarum vicat pada sampel benda uji terjadi pada waktu 510 menit atau selama 8.30 jam. Agar lebih jelas dapat dilihat gambar 5 grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Waktu Ikat Awal Pasta Geopolimer

3.1.2. Pasta Konvensional

Hasil data menunjukkan bahwa waktu ikat awal terjadi pada waktu 178 menit atau selama 2.58 jam sedangkan untuk waktu ikat akhir yaitu bila penurunan menunjukkan angka 0 mm dan tidak terdapat bekas jarum vicat pada sampel benda uji terjadi pada waktu 330 menit atau selama 5.30 jam.



Gambar 6. Grafik Waktu Ikat Awal Pasta Konvensional

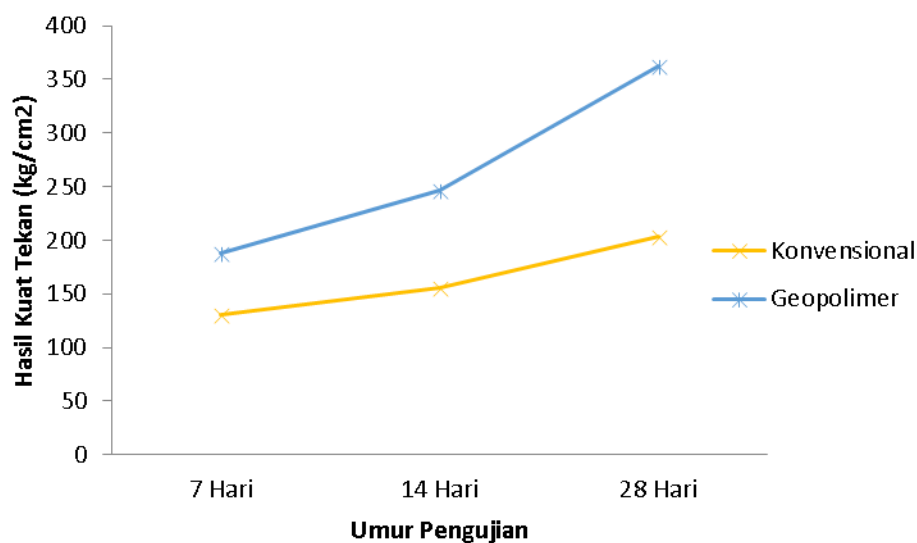
3.2. Analisis Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton ini bertujuan untuk mengetahui besarnya ketahanan pada kedua variasi benda uji sehingga dapat mengetahui perbandingan kuat tekan yang dihasilkan (Han Ay Lie dkk, 2016). Dari hasil pengujian ketahanan pada masing-masing benda uji yang didapatkan akibat adanya beban tekan yang bekerja, sehingga dapat dihitung besarnya kuat tekan yang didapatkan dengan melakukan perhitungan pembagian antara beban maksimum dibagi dengan luas permukaan benda uji. Adapun hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Beton

Variasi sampel uji	Kuat Tekan Beton (kg/cm ²)		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
Konvensional	130,37	155,56	202,96
Geopolimer	188,15	245,93	362,96

Dari hasil tabel pengujian kuat tekan diatas dapat dibuat dalam Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hasil Uji Kuat Tekan

Pada Gambar 7 Grafik kuat tekan terhadap umur beton diatas menggambarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada kelima sampel benda uji dengan proses *curing* karung basah selama umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari di dapatkan bahwa kuat tekan mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya umur beton (Rangan, 2014). Dapat dilihat dari perbandingan grafik bahwa kenaikan tertinggi pada 2 variasi beton terjadi pada beton geopolimer.

Prosentase kenaikan untuk beton geopolimer yaitu sebesar 30,71% pada umur 7 hari ke umur 14 hari sehingga menjadi 245,93 kg/cm² dan terjadi kenaikan lagi sebesar 47,59% pada umur 14 hari ke umur 28 hari sehingga kuat tekan menjadi 362,96kg/cm². Sedangkan prosentase kenaikan pada beton konvensional terjadi berturut-turut sebesar 19,32% pada umur 14 hari dan 30,48% pada umur 28 hari sehingga kenaikan dari nilai 188,15 kg/cm² umur 7 hari menjadi 155,56 kg/cm² diumur 14 hari dan 202,96 kg/cm² umur 28 hari (Prasandha dkk, 2015).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian waktu ikat geopolimer dengan waktu ikat konvensional didapatkan hasil bahwa pasta geopolimer dengan bahan binder *fly ash* mempunyai waktu ikat yang lebih lama dibandingkan dengan pasta konvensional yang menggunakan semen sebagai binder. Selisih waktu ikat antara pasta geopolimer dengan konvensional yaitu sebesar 96 menit.
2. Berdasarkan pengujian kuat tekan beton kuat tekan tertinggi berada pada beton geopolimer dengan kenaikan mencapai 362,96kg/cm².

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui dana hibah skim Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi pada tahun anggaran 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, I. G. D. (2015). *Industri Semen dan Emisi Carbon Dioxide (CO₂) Di Pulau Jawa*. Universitas Nusa Tenggara Barat. Volume 9 (2).
- Ekaputri, J. J., Triwulan, & Damayanti, O. (2007). *Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Jawa Power*. Jurnal Pondasi, Volume 13 no.2.
- Ekaputri, J. J., Triwulan. (2013). *Sodium sebagai Aktivator Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoharjo dalam Beton Geopolimer*. Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil. 20 (1). 1-10.

- Han Ay Lie, Buntara Sthenly Gan, Benny Suryanto and Yulita Arni Priastiwi, 2016, "Influence of Inclusion Stiffness Modulus on Compressive Strength of Concrete" *The 3rd SCESCM Conference*, Bali-Indonesia.
- Manuahe, Riger, Marthin DJ Sumajouw, and Reky S. Windah. (2014). *Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)*. Jurnal Sipil Statik, 2.6.
- Mulyana, F., & Yolanda, T. (2017). *Studi Properties Beton Geopolimer Sebagai Substitusi Beton Konvensional*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Prasetyo, Ginanjar Bagus. (2015). *Tinjauan Kuat Tekan Beton Geopolymer dengan Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Prasandha, A. F. E., Triwulan, and Ekaputri, J. J. (2015). *Paving Geopolimer Berbahan Dasar Bottom Ash dan Sugar Cane Bagasse Ash (SCBA)*. Jurnal Teknik ITS. Volume 4 (2).
- Pujianto, A. (2013). *Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Bahan Utama Bubuk Lumpur Lapindo dan Kapur*. Konteks 7, 24-26.
- Rangan, B. V. (2014). *Geopolymer Concrete For Environmental Protection*.
- Suarnita, W. (2011). *Kuat Tekan Beton Dengan Aditif Fly Ash*. Jurnal Ex. PLTU Mpanau Palu.
- Wallah, Steenie E. (2014). *Pengaruh Perawatan dan Umur Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbasis Abu Terbang*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 4.1.