

Pengaruh Koreksi Kadar Lumpur Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolymer

ANWAR HERMAWAN¹, EUNEKE WIDYANINGSIH¹

¹Mahasiswa Teknik Sipil & Dosen Teknik Sipil (Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Bandung), Kota Bandung, Indonesia.

Email: anwarhermawansipil@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi pengaruh variasi kadar lumpur pada agregat halus terhadap sifat mekanik mortar geopolymer. Materi geopolymer menawarkan solusi ramah lingkungan dalam industri konstruksi. Penelitian eksperimental dilakukan untuk memahami bagaimana perubahan kadar lumpur dalam agregat halus memengaruhi kuat tekan mortar geopolymer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proporsi optimal lumpur agregat halus memainkan peran kunci dalam meningkatkan kinerja kuat tekan mortar geopolymer. Pemahaman mendalam terhadap interaksi antara lumpur agregat halus terkoreksi 5% dan tidak terkoreksi memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan formulasi mortar geopolymer yang efisien dan berkelanjutan. Temuan ini dapat memberikan landasan untuk peningkatan keberlanjutan material konstruksi berbasis geopolymer.

Kata Kunci: kadar lumpur, mortar geopolymer

1. PENDAHULUAN

Beton, sebagai bahan bangunan yang umum digunakan, memiliki kekuatan menahan gaya tekan tinggi dengan komposisi agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan semen. Namun, penggunaan semen dalam beton memiliki kekurangan signifikan, terutama terkait dampak lingkungan. Proses pembuatan semen melibatkan pengerukan gunung kapur yang merugikan ekosistem. Davidovits (1994) menyoroti bahwa produksi semen menyebabkan emisi gas CO₂ sebanding dengan jumlah semen yang dihasilkan, sehingga memproduksi 1 ton semen setara dengan memasukkan 1 ton CO₂ ke atmosfer. Dalam konteks ini, penting untuk mencari alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk mengurangi jejak karbon industri konstruksi.

Geopolymer merupakan sintesa bahan anorganik melalui proses polimerisasi, dengan beton *geopolymer* sebagai senyawa *silicate alumina* yang disintesis dari bahan sampingan seperti abu terbang. Abu terbang, hasil pembakaran batu bara, memiliki sifat *pozzolan* seperti semen. Kualitas *fly ash* dipengaruhi oleh proses pembakaran dan kualitas batu bara. Beton *geopolymer*, tanpa menggunakan semen, memanfaatkan abu terbang sebagai sumber binder. Dalam pembuatan mortar *geopolymer*, diperlukan alkali aktivator, seperti *sodium hidroksida* dan *sodium silikat*, untuk mengikat agregat karena *fly ash* tidak memiliki kemampuan ikatan seperti semen. Penelitian ini mengevaluasi sifat mekanis agregat dengan membandingkan kuat tekan mortar *geopolymer* antara kadar lumpur agregat halus yang terkoreksi 5% dan tidak terkoreksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mortar

Menurut SNI 03-6825-2002 mortar didefinisikan sebagai campuran material yang terdiri dari agregat halus (pasir), bahan perekat (tanah liat, kapur, semen portland) dan air dengan komposisi tertentu. Sebagai konstruksi struktural, Mortar direncanakan untuk menahan gaya tekan (sebagai pengikat batu bata pada dinding maupun pondasi). Untuk itu perlu diketahui besar kuat tekan yang dapat ditahan oleh mortar baik pada saat proses pembangunan maupun setelah konstruksi direncanakan dapat menahan seluruh beban.

2.2 Mortar *Geopolymer*

Mortar *geopolymer* adalah jenis mortar yang menggunakan bahan pengikat anorganik, seperti *alumina-silicate polymer* atau *geopolymer*, sebagai pengganti semen konvensional. *Geopolymer* disintesis dari bahan-bahan anorganik, sering kali menggunakan produk sampingan industri seperti abu terbang dari pembakaran batu bara. Berbeda dengan mortar konvensional, mortar *geopolymer* terbentuk melalui reaksi kimia bukan reaksi hidrasi, dan alkali aktivator, seperti *sodium hidroksida* dan *sodium silikat*, diperlukan untuk mengikat agregat.

2.3 *Fly Ash*

Berdasarkan SNI 03-6414-2002 *fly ash* atau abu terbang merupakan hasil limbah pembakaran pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat *pozzolanik*. Sedangkan ASTM C-618 mendefinisikan sebagai butiran halus residu pembakaran batubara atau bubuk batu bara. Pada penelitian kali ini *fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe c dari PLTU Paiton. Dan berikut adalah tabel persyaratan mutu *fly ash*.

Tabel 1. Persyaratan Mutu Fly Ash

No.	Senyawa	Kadar %
1	Jumlah Oksida $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$	70
2	SO_3 maksimum	5
3	Hilang pijar maksimum	6
4	Kadar air maksimum	3
5	Total alkali dihitung sebagai Na_2O maksimum	1,5

Kelas C

Mengandung C_{aO} lebih dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran *lignite* atau *sub-bitumen* batubara (batubara muda / *sub-bituminous*).

Kadar $(SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3)$ lebih dari 50%

Kadar $C_{aO} > 10\%$, ASTM menyatakan 20%, CSA menetapkan 8% - 20% untuk tipe CI dan diatas 20% untuk tipe CH.

Kadar karbon (C) sekitar 2%.

Fly ash kelas C disebut juga *high-calcium fly ash* karena mengandung C_{aO} yang cukup tinggi, sehingga memiliki sifat *cementious* dan juga *pozzolanik*.

2.4 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan berukuran $\leq 4,75$ mm agregat halus juga merupakan jenis material yang digunakan dalam konstruksi, terutama dalam pembangunan struktur seperti jalan, bangunan dan proyek konstruksi lainnya.

2.5 Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban tekan sebelum mengalami kerusakan atau pecah. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti proporsi campuran bahan, kualitas bahan, perawatan saat proses pengeringan dan perawatan setelah beton selesai dicor. Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan didasarkan pada SNI 03- 6825-2002. Nilai kuat tekan beton dapat dilihat pada **Persamaan 2.1** berikut:

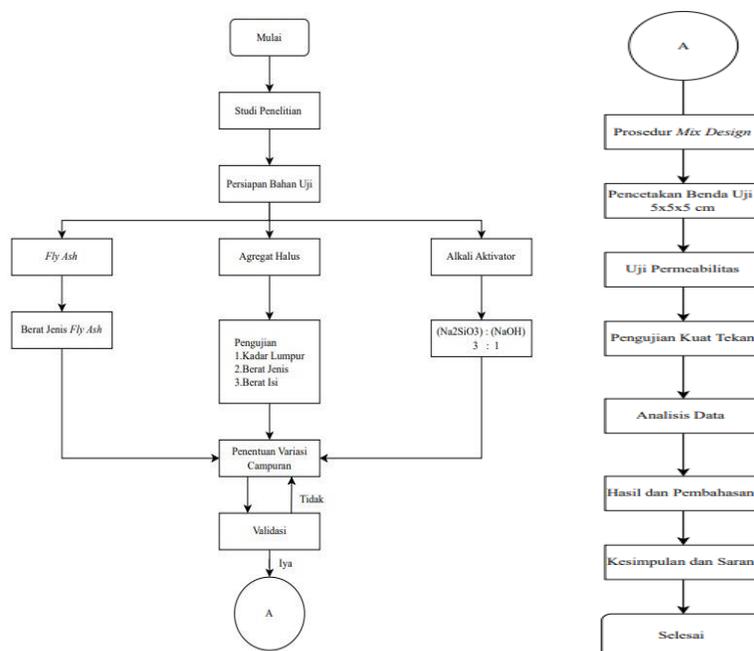
$$f'c = \frac{P}{A} \dots (MPa)$$

Persamaan 2.1

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Literatur

Metode penelitian ini merupakan pengujian untuk mendapatkan data dengan cara melakukan percobaan yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Institut Teknologi Nasional Bandung (ITENAS). Studi literatur yang digunakan yaitu dengan mengacu pada penelitian sebelumnya mengenai mortar Geopolymer.



Gambar 1. Flowchart Mortar Geopolymer

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan proses pengujian di Laboratorium (ITENAS). Material penyusun mortar geopolimer merupakan hal yang sangat menentukan kekuatan mortar. Oleh karena itu, analisis material harus dilakukan untuk menjamin kualitas mortar yang diproduksi. Berikut adalah beberapa pengujian yang dilakukan:

1. Berat jenis agregat halus
2. Berat jenis *fly ash*
3. Pengujian kadar lumpur
4. Analisis saringan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data yang Digunakan

Pengujian kadar lumpur dilakukan agar dapat mengetahui banyaknya kandungan lumpur yang terdapat pada suatu agregat halus. Di bawah ini merupakan **Tabel 2**. Yang menunjukkan hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan	Sampel	
	I	II
A. Berat wadah (gram)	155	165
B. Berat wadah + benda uji (gram)	655	665
C. Berat benda uji (gram)	500	500
D. Berat benda uji setelah dioven (gram)	488	482
E. Kadar lumpur = $(C-D) / C * 100$	2,40	3,60
Rata - rata	3,00	

Berdasarkan SNI 03-4141-1996 syarat untuk memenuhi spesifikasi pengujian kadar lumpur yaitu memiliki nilai maksimal yaitu 5%, pada **Tabel 2**. diketahui hasil yang didapat dari pengujian kadar lumpur yang dilakukan telah memenuhi persyaratan yaitu memiliki nilai sebesar 3%. Banyaknya kadar lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat berpengaruh pada kekuatan ikat antar *binder* dan agregat dan akan berdampak pada ketahanan dan kekuatan mortar yang berkurang.

4.2 Komposisi Mortar

Dalam penelitian ini menggunakan benda uji mortar geopolimer dengan komposisi terdiri dari agregat halus (pasir galunggung), *fly ash* (PLTU Paiton), dan *alkali aktivator*, *alkali aktivator* ini gabungan dua larutan yaitu *Natrium hidroksida* dan *Natrium silika* dengan perbandingan 1:3 dan molaritas yang digunakan pada larutan NaOH yaitu 8M. Seperti yang dapat diulihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3.

Agregat Halus (70%)				Binder (30%)							
				Precursor (60%)				Alkali Aktivator (40%)			
Persentase	Volume Agregat Halus (70%)	96,3	cm ³	Persentase	Volume Precursor (30%+60%)	24,8	cm ³	Persentase	Volume Alkali Aktivator	16,5	cm ³
100%	Pasir	250	gr	100%	Fly Ash	67	gr	25%	NaOH	9	gr
								75%	NaSiO ₃	30	gr

4.3 Mixing (Pencampuran)

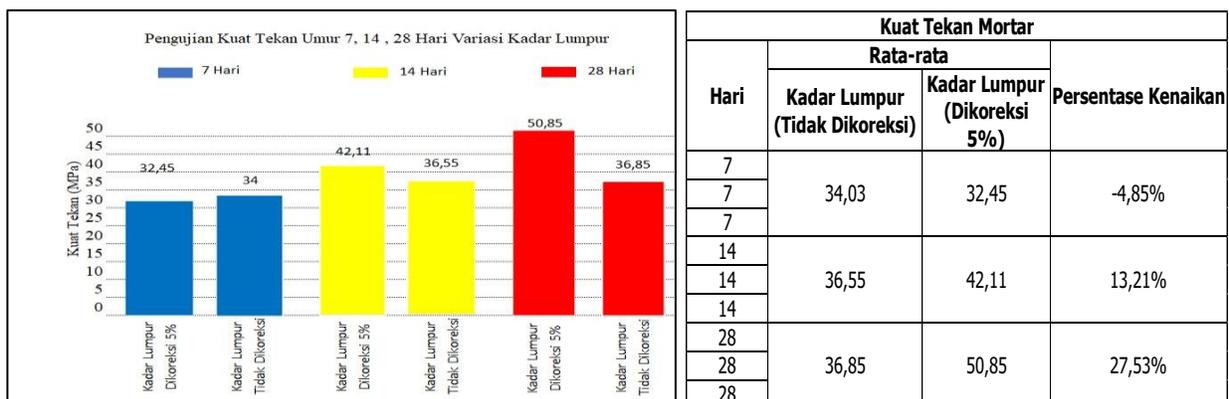
Proses pembuatan mortar *geopolymer* melibatkan beberapa langkah. Pertama, persiapkan larutan $NaOH$ 8M dan Na_2SiO_3 serta biarkan selama 24 jam. Selanjutnya, persiapkan binder dari *fly ash*, alkali activator, dan agregat halus sesuai proporsi. Langkah-langkahnya melibatkan menimbang bahan, mencampur larutan $NaOH$ dengan Na_2SiO_3 , mencampur alkali aktivator dengan *fly ash* dan agregat halus, serta menempatkan pasta mortar dalam cetakan yang kemudian diproses dengan mesin penggetar. Setelah dihaluskan dan diamkan, mortar dikeluarkan, dimasukkan dalam plastik untuk curing, dan diuji kuat tekan serta permeabilitas pada umur rencana 7, 14, dan 28 hari. Proses ini memerlukan alat seperti cawan pelastik, ember plastic, spatula, penumbuk mortar, sekop kecil, sendok semen, pisau perata, dan palu.

4.4 Curing Membran

Perawatan (*curing*) yang digunakan pada penelitian mortar *geopolymer* kali ini yaitu menggunakan *curing* membran, *curing* membran ini dapat memberikan perlindungan fisik yang dapat merusak beton.

4.5 Hasil Uji Kuat Tekan

Tabel 3.



Gambar 2. Barchart Hasil Kuat Tekan

Berdasarkan pengujian kuat tekan didapatkan hasil pada variasi kadar lumpur dikoreksi 5% dengan usia mortar 7 hari sebesar 32,45 MPa sementara pada variasi kadar lumpur tidak dikoreksi pada usia mortar 7 hari sebesar 34 MPa hal tersebut terjadi karena adanya kesalahan pada saat pengujian yang diakibatkan oleh tidak simetrisnya alat cetak sehingga ber imbas pada saat proses pengujian kuat tekan, sementara pada variasi 14 dan 28 hari didapatkan nilai kuat tekan pada variasi terkoreksi 5% sebesar 42,11 MPa dan 50,85 MPa dengan nilai persentase penurunan sebesar 13,21 % dan 27,53 % terhadap yang tidak dikoreksi yang mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 36,55 MPa dan 36,85 MPa.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian kali ini Pengaruh kadar lumpur yang tidak terkoreksi menunjukkan kenaikan kuat tekan mortar *geopolymer* pada umur 7 hari sebesar 4,85 % hal tersebut dikarenakan pada saat pencetakan benda uji mortar adanya ketidak simetrisan alat cetak benda uji mortar yang mengakibatkan jatuhnya pola runtuh kuat tekan yang tidak sempurna, sementara pada umur beton 14 dan 28 hari mengalami penurunan sebesar 13,21 % dan 27,53 %.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Astanto, D. D., & Saelan, P. (2018). Studi Mengenai Hubungan antara Keleccakan dengan Faktor Air-Semen dan Kadar Air dalam Campuran Beton Cara SNI pada Kondisi Agregat Kering Udara. *Reka Racana Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Vol. 4 No.4*, 43-53.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. (1990). Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar (SNI 03-1970-1990). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. (2008). Metode pengujian slump beton (SNI 03-1972:2008). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [5] Darma Adi S, Farizka Rahman N.(2018). Studi Eksperimental Pengaruh Perbedaan Molaritas Aktivator Pada Perilaku Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash. Semarang: Universitas Diponegoro.