

PEMANFAATAN PASIR SILIKA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI WATER GLASS PADA PEMBUATAN BETON GEOPOLIMER

M DODI ELMAR D, FIRDAUS

Universitas Bina Darma

Mdodielmard11@gmail.com , firdaus.dr@gmail.com

Abstract : *As time goes by in the Indonesian construction sector, concrete is widely used to build infrastructure such as buildings, roads, dams, bridges and so on. Concrete is a mixture formed by fine aggregate, coarse aggregate in the form of crushed stone or gravel mixed together with a paste made from cement and water. To produce certain characteristics, one or more chemicals are usually added to increase the hardening time. Therefore, good quality concrete depends on the mixture. The mixture that is very necessary in making concrete is cement. The use of cement in the construction sector causes an increase in portland cement production which has a negative impact on the environment. This is because the process of burning raw materials to produce cement produces CO₂ directly into the air. Therefore, other alternative materials are needed that can replace cement, namely by utilizing the development of concrete using a binder known as geopolymer. Geopolymer is a concrete mixture in which the use of Portland cement as a binding paste is replaced with other materials such as fly ash or fly ash left over from burning coal. Geopolymer is an environmentally friendly material that was developed as an alternative to cement concrete. Geopolymers are also new materials used for coatings, adhesives, new binders for fiber composites and new cements for concrete. The main ingredient for making geopolymer concrete is a material that contains a lot of aluminum and silica. These substances are found in many industrial waste materials such as those contained in fly ash or fly ash.*

Keywords: *compressive strength of geopolymer concrete*

A. Pendahuluan

Dengan berjalannya perkembangan zaman dalam bidang konstruksi Indonesia, penggunaan beton banyak digunakan untuk membangun infrastruktur seperti pekerjaan gedung, jalan, bendungan, jembatan dan lain-lain.

Beton merupakan campuran yang dibentuk oleh agregat halus, agregat kasar yang berupa batu pecah atau kerikil yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air. Untuk menghasilkan karakteristik tertentu biasanya ditambahkan satu atau lebih bahan kimia yang bertujuan untuk waktu pengerasan. Oleh karena itu kualitas beton yang baik tergantung pada campurannya. Bahan campuran yang sangat diperlukan dalam pembuatan beton adalah semen. Penggunaan semen pada bidang konstruksi menyebabkan peningkatan produksi semen portland yang berdampak buruk pada lingkungan. Hal itu disebabkan pada proses pembakaran bahan baku untuk menghasilkan semen hasil pembakaran mengeluarkan CO₂ secara langsung ke udara. Maka dari itu diperlukan bahan alternative lain yang bisa menggantikan semen, yaitu dengan memanfaatkan pengembangan beton dengan menggunakan bahan pengikat yang dikenal dengan geopolimer.

Geopolimer adalah campuran beton yang mana penggunaan semen portland sebagai pasta pengikat digantikan dengan bahan lain seperti Fly Ash atau abu terbang sisa pembakaran batu bara. Geopolimer merupakan material ramah lingkungan (environmentally friendly) yang dikembangkan sebagai alternatif pengganti beton semen. Geopolimer juga merupakan bahan baru yang digunakan untuk pelapis, perekat, pengikat baru untuk komposit serat dan semen baru untuk beton. Bahan utama untuk membuat beton geopolimer adalah material yang didalamnya banyak terkandung aluminium dan silika. Zat-zat tersebut banyak terdapat dalam material sisa limbah industri seperti yang terkandung dalam fly ash atau abu terbang.

Pasir silika adalah bahan alami yang terdiri dari butiran-butiran kecil yang terbuat dari silikon dioksida (SiO₂). Silika adalah salah satu mineral yang paling umum di Bumi dan merupakan komponen utama dalam batuan, kerikil, pasir, dan tanah. Pasir silika atau pasir

kuarsa adalah bahan galian yang terdiri atas kristal-kristal silika (SiO₂) dan mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan.

Pasir Silika adalah salah satu komponen utama produksi semua jenis kaca standar dan kaca khusus. Kadar komponen SiO₂ pada silika nya sangat penting untuk formulasi kaca, dan kemurnian kimianya adalah penentu utama warna, kejernihan, dan kekuatan. Pasir Silika digunakan untuk memproduksi kaca lembaran untuk penggunaan gedung dan otomotif, wadah gelas untuk makanan dan minuman, peralatan makan, dll. Dalam bentuk bubuknya, Pasir Silika diperlukan untuk produksi isolasi fiberglass dan memperkuat serat kaca. Aplikasi kaca khusus termasuk tabung reaksi dan alat ilmiah lainnya, lampu pijar dan lampu neon, dan monitor CRT televisi dan komputer.

Sodium silikat biasanya ada dua jenis yaitu berupa larutan dan padat. Pada campuran beton biasanya lebih banyak menggunakan berupa larutan. Adapun nama lain dari sodium silikat yaitu water glass, awalnya banyak dipergunakan untuk campuran dalam pembuatan sabun, tetapi sejalam dengan waktu sodium silikat banyak digunakan diberbagai macam keperluan industri tekstil, serat, kertas dan sebagai bahan campuran cat pengikat keramik, semen. Sodium silikat terkandung arantai polymer nion terdiri dari diskrite (SiO₃²⁻) ion dan tetrahedral (SiO₄). Selain bentuk anhidrat, ada hidrat dengan rumus Na₂SiO₃ nH₂O (dimana n = 5,6,8,9) yang berisi diskrit. Ion sekitar tetrahedral SiO₂ (OH)⁻ dengan air hidrasi. Sebagai contoh, natrium silikat yang tersedia secara komersial pentahidrat Na₂SiO₃ · 5H₂O dirumuskan sebagai Na₂SiO₂ (OH)₂ · 4H₂O dan Na₂SiO₃ nonahydratel, 9H₂O dirumuskan selbagai Na₂SiO₂(OH)₂ · 8H₂O.

Faktor-faktor yang dipengaruhi oleh nilai perbandingan SiO₂ dan Na₂O di dalam waterglass adalah densitas, viskositas dan pH. Natrium oksida dan silikat merupakan komponen dari waterglass, komponen tersebut diperoleh dari pasir silika yang direaksikan dengan natrium hidroksida, menurut reaksi kimia (Uhlmann dan Kreidl, 1980): Pasir silika + 2NaOH + H₂O → Na₂O.nSiO_x + 2H₂.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini bersifat eksperimental yang akan dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Palembang. Jika dilihat dari sifatnya, penelitian ini jenisnya adalah penelitian Kuantitatif yaitu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. Jadi data yang digunakan pada penelitian ini adalah data hasil penelitian terdahulu dan data hasil eksperimen.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang. Terletak di Kampus C Universitas Bina Darma Palembang.

C. Pembahasan dan Analisa

Pegujian Material Agregat Halus (pasir)

Dari hasil pengujian analisa saringan yang telah dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Pengujian Material (Uji Bahan) Universitas Bina Darma Palembang didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan			Lolos (%)
	Gram	%	% Kumulatif	
9,5	0	0	0	100
4,75	1,0	0,100	0,100	99,900
2,36	14,57	1,457	1,557	98,443
1,18	42,07	4,207	5,764	94,236

0,6	315,57	31,560	37,324	62,676
0,3	402,07	40,210	77,534	22,466
0,15	188,07	18,809	96,343	3,657
Pan	36,57	3,657	100	0
Jumlah	1000	100	318,622	-

Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan agregat halus didapat nilai MHB yaitu 3,186 telag memenuhi standar SII 0052 yaitu antara 1,5 – 3,8.

Dari hasil pengujian kadar lumpur yang telah dilakukan didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan	Notasi	Sampel
Berat pasir sebelum dicuci (gram)	A	1000
Berat pasir konstan (gram)	B	992
Kadar Lumpur (%)	$\frac{A-B}{A} \times 100\%$	0,8

Berdasarkan hasil perhitungan pengujian kadar lumpur agregat halus didapat nilai kadar lumpur sebesar 0,8% dimana syarat kadungan kadar lumpur untuk agregat halus berdasarkan SII 0052 <5%.

Pengujian Setting Time Semen Geopolymer

Dari hasil penelitian dilakukan didapat hasil uji setting time dari setiap variasi w/c yang telah di rencanakan yaitu 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 adapun hasilnya sebagai berikut :

Tabel 3 Hasil Setting Time Semen Geopolymer

Setting Time Semen Geopolymer					
No	Variasi w/c	Waktu Ikat Awal		Waktu Ikat Akhir	
		Menit	Jam	Menit	Jam
1	0,30	900	15	2.880	48
2	0,35	1.380	23	3.300	55
3	0,40	1.740	29	4.200	70
4	0,45	1.920	32	5.820	97

Berdasarkan hasil pengujian setting time semen geopolymer diatas menunjukkan waktu ikat awal lebih lama dari pada semen portland pada umumnya, maka disarankan melakukan penelitian lanjutan dengan variasi w/c yang lebih banyak dan bahan tambah agar dapat mempercepat proses waktu ikat.

Pada Gambar 2 Grafik Hasil Setting Time Semen Geopolymer dapat di lihat pada w/c 0,30 menghasilkan setting time waktu ikat awal 900 menit sama dengan 15 jam dan untuk waktu ikat akhir 2.880 menit sama dengan 48 jam, untuk w/c 0,35 menghasilkan setting time waktu ikat awal 1.380 menit sama dengan 23 jam dan untuk waktu ikat akhir 3.300 menit sama dengan 55 jam, untuk w/c 0,40 menghasilkan setting time waktu ikat awal 1.740 menit sama dengan 29 jam dan untuk waktu ikat akhir 4.200 menit sama dengan 70 jam, untuk w/c 0,45 menghasilkan setting time waktu ikat awal 1.920 menit sama dengan 32 jam dan untuk waktu ikat akhir 5.820 menit sama dengan 97 jam. Melihat hasil diatas kita dapat menyimpulkan bahwa semakin besar w/c yang dipakai maka semakin lama pula waktu setting time atau waktu ikat awal dan waktu ikat akhirnya sebaliknya semakin kecil w/c yang kita pakai maka semakin cepat pula waktu setting time atau waktu ikat awal dan waktu ikat akhirnya. Jika Kita bandingkan waktu ikat awal w/c 0,30 dan w/c yang paling besar 0,45 dapat dilihat waktu ikat awal rentan waktunya 10 jam dan waktu ikat akhirnya 49 jam, maka disarankan untuk

menambah variasi w/c yang lebih banyak serta bahan tambah lainnya agar dapat mempercepat setting time atau waktu ikat dari semen geopolimer.

Pembahasan Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolymer

Setelah dilakukan pembuatan benda uji dan perawatan benda uji, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan benda uji tersebut. pengujian kuat tekan mortar geopolimer dilakukan pada benda uji berumur 14 hari, 21 hari, 28 hari yang akan diuji di laboratorium Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang

Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer dengan variasi w/c 0,30, 0,35, 0,40, 0,45 pada umur 14 hari, 21 hari, 28 hari dapat dilihat pada tabel di bawah serta dapat diuraikan sebagai berikut :

Tabel 4 Hasil Test Uji Kuat Tekan

No	Kode Benda Uji	W/C	Formula			Kuat tekan (KN)			
			FA	AK	NN	14 Hari	21 Hari	28 Hari	
1	MG (0,30)	0,30	70	30	1 ; 3	21	20	35	
			70	30	1 ; 3	24	26	24	
			70	30	1 ; 3	27	24	35	
			70	30	1 ; 3	25	22	35	
			70	30	1 ; 3	24	35	20	
	Rata - rata						24,2	25,4	29,82
	Mpa						9,60	10,07	11,82
2	MG (0,35)	0,35	70	30	1 ; 3	13	15	11	
			70	30	1 ; 3	8	17	15	
			70	30	1 ; 3	10	18	23	
			70	30	1 ; 3	15	15	25	
			70	30	1 ; 3	15	10	25	
	Rata - rata						12,2	15	19,8
	Mpa						4,83	5,95	7,85
3	MG (0,40)	0,40	70	30	1 ; 3	18	13	15	
			70	30	1 ; 3	15	5	15	
			70	30	1 ; 3	7	24	22	
			70	30	1 ; 3	3	13	25	

D.Penutup

Setelah dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan pasir silika sebagai bahan pengganti water glass dalam pembuatan semen geopolimer maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan semen geopolimer berbasis fly ash pada campuran mortar geopolimer memberikan pengaruh terhadap nilai kuat tekan.
2. Dari pembuatan semen geopolimer kering berbasis fly ash juga membuahkan hasil yang memuaskan dan dari beberapa variasi W/C yang telah ditetapkan diperoleh nilai kuat tekan maksimum dicapai pada W/C 0,30 pada masing – masing umur uji 14 hari, 21 hari dan 28 hari nilai kuat tekan maksimum yang dicapai adalah sebesar 9,60 Mpa, 10,07 Mpa dan 11,82 Mpa. Bila dibandingkan dengan nilai kuat tekan mortar geopolimer terendah yaitu pada variasi W/C 0,45 pada masing – masing umur uji 14 hari, 21 hari dan 28 hari nilai kuat tekan minimum yang dicapai adalah sebesar 3,64 Mpa, 4,68 Mpa dan 5,55 Mpa.

Daftar Pustaka

- Fauzi Rahman. 2006, *Pengaruh Kehalusan Serbuk Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Mortar*, Universitas Lambung Mangkurat.
- Ikhwan Tri Prasetyo. 2013, *Pengaruh Variasi Campuran Pasir Silika Dengan Waterglass Terhadap Permeabilitas Dan Kekuatan Tekan Pada Pembuatan Inti (Nakago)*, Universitas Negeri Semarang.
- Sirin Fairus, Haryono, Mas H. Sugita, dan Agus Sudrajat. 2018, *Proses Pembuatan Waterglass Dari Pasir Silika Dengan Pelebur Natrium Hidroksida*, Institut Teknologi Nasional.
- Titi Rachmawati, Wieke Pratiwi, Gaos Abdul Karim. 2020, *Pengolahan Pasir Silika Lokal Skala Pilot Plant sebagai Pengganti Pasir Standar Ottawa untuk Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen*,
- ACI 232.2R-03 (2003). *Use Of Fly Ash In Concrete*. Reported by ACI Committe 232, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan 48333-9094.
- Djwantoro Hardjito, Steenie E. Wallah, Dody M. J. Sumajouw, and B. Vijaya Rangan, 2004, *ACI MATERIALS JOURNAL*, On the Development of Fly Ash-Based Geopolymer Concrete.
- Sirin Fairus, Haryono, Mas H. Sugita, 2009. *Proses Pembuatan Waterglass dari Pasir Silika dengan Pelebur Natrium Hidroksida*, Institut Teknologi Nasional.
- Badan Standar Nasional, 2000. SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- Badan Standarisasi Nasional, 2000. SNI 03-6468-2000. *Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland dengan Abu Terbang*.
- Manuahe, Riger, 2014. *Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang (Fly Ash)*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Emiati Bachtiar, 2019. *Material Ramah Lingkungan "Mortar Geopolymer-Fly Ash"*. Fakultas Teknik Universitas Fajar.
- Firdaus, Ishak Yunus, Rosidawani, 2016. "Contribution Of Fineness Level Of Fly Ash To The Compressive Strength Of Geopolymer Mortar". Civil Engineering Department, Faculty Of Engineering, Bina Darma University, Palembang
- Firdaus, Edowinsyah, 2021. "Lightweight Mortar Geopolymer Based On Fly Ash And Palm Ash", Prodi Teknik Sipil, Universitas Bina Darma, Palembang.
- Widodo Kushartomo, 2006. *Bahan Pengikat Beton Pengganti Semen*, Fakultas Teknik Universitas Taruma Negara.
- Muhammad Amin, Suharto, 2017. *Pembuatan Semen Geopolymer Ramah Lingkungan Berbahan Baku Mineral Basal Guna Menuju Lampung Sejahtera*, Balai Penelitian Mineral Lampung-LIPI, Lampung Selatan.
- Maria Imelda Meda, 2021. *Pembuatan Semen Geopolymer dari Fly Ash dengan Aktivator KOH dan K₂SiO₃ yang Disintesis dari Sekam padi*.
- Rulli Ranastra Irawan, Setyo Hardono, Yanu Ikhtiar Budiman, Ogi Soeherman, Desak Nyoman Deasy Triani, Gugun Gunawan, 2015. *Beton Dengan Sedikit Semen Portland dan Tanpa Semen Portland Memanfaatkan Abu Terbang dari PLTU Batubara, PUSLITBANG Jalan dan Jembatan Kementrian PUPR*.
- Rafli Andaru Ikomudin, Bernadius Herbudiman, Rulli Ranastra Irawan, 2016. *Ketahanan Beton Geopolymer Berbasis Fly Ash terhadap Sulfat dan Klorida*, Jurnal Online Institusi Teknologi Nasional.
- Nisa Latifah Gandina, Y. Djoko Setiyarto, 2020. *Studi Eksperimental Beton Geopolymer Dengan Memanfaatkan Fly Ash Sebagai Pengganti Semen dan Serat Mat Sebagai Aditif*, Program Studi Teknik Sipil Universitas Komputer.
- Aryanto, Faisal, Erwin Sutandar, Herwani, Studi Koefisien Kuat Tekan Beton Geopolymer Pada Berbagai Umur, Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Juan Satria, Agung Sugiarto, Antoni, Djwantoro Hardjito, *Karakteristik Beton Geopolymer Berdasarkan Variasi Waktu Pengambilan Fly Ash*, Universitas Kristen Petra.
- Mira Setiwati, Muhammad Imaduddin, 2018. *Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton*, Universitas Muhammadiyah Palembang.

- Heri Wijaya, Vike Itteridi, Tarmizi, 2021. Pengaruh Rasio Na_2SiO_3 : NaOH Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Batu Napal.
- Januarti Jaya Ekaputri, Triwulan, 2011. Geopolyer Concrete Using Fly Ash, Trass, Sidoarjo Mud Based Material.
- Mira Setiawati, R. A. Sri Martini, Rully Nurulita, 2022. Variasi Molaritas NaOH dan Alkali Aktivator Beton Geopolymer, Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Reiner Tirtamuyla Surja, Ricard Mintura, Antoni, Djawantoro Hardjito. Perbandingan Beberapa Prosedur Pembuatan Geopolymer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C.
- Irfan Prasetyo Leokito, 2018. Pengaruh Variasi NaOH dan Na_2SiO_3 Terhadap Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Pada Kondisi Rasio Fly Ash Terhadap Aktivatr 2,5 : 1.
- Sandri Linna Sengkey, Rita Irmawaty, Muralia Hustim dan Purwanto, 2020. Pengaruh Alkali Aktivator Terhadap Workabilitas dan Kuat Tekan Mortar Geopolymer Bebahan Fly Ash Klas C. Muhammad Amin, Suharto, 2017. Pembuatan. Mulyono, T., 2005. Teknologi Beton, Andi, Yogyakarta.
- Paul, N., Antoni, 2007. Teknologi Beton. Andi, Yogyakarta. Tjokrodinuljo, K, 1992. Teknologi Beton, Gramedia, Yogyakarta.