Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

ANALISA VARIASI SUHU DAN WAKTU PERAWATAN TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER

Bagas Adrian Pratama, Shanti Wahyuni Megasari*, Fitridawati Soehardi

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, Pekanbaru
Jl. Yos Sudarso KM 8, Umban Sari, Kec. Rumbai, Kota Pekanbaru, Riau, Indonesia
*Corresponding author: shanti@unilak.ac.id

Abstract
The increase in cement production has a negative impact on the environment, so innovation in the use of concrete adhesives is needed, one of which is by utilizing fly ash waste. In order to react to form polymer bonds, fly ash requires the addition of an activator solution in the form of Sodium Hydroxide (NaOH) and Sodium Silicate (Na2SiO3). At cold temperatures, the hydration process and initial strength of geopolymer concrete will have difficulty being achieved optimally. So additional heat with high temperatures is needed during curing to increase the compressive strength of geopolymer concrete. This study aims to analyze the temperature and curing time on the compressive strength of geopolymer concrete. The research method is an experimental study in the Laboratory with a ratio of aggregate: binder of 65%: 35%, coarse aggregate: fine aggregate of 60%: 40%, alkali: fly ash of 38%: 62%, NaOH: Na2SiO3 of 1: 2, superplasticizer 2%, and activator molarity 12 M. The variations in temperature and curing time used were at temperatures of 60 ℃ and 90 ℃ for 6 hours, 12 jams and 24 hours. Test objects in the form of cylinders measuring 200×100 mm as many as 18 samples. The test objects will be tested for compressive strength after 28 days. The results of the study obtained the highest compressive strength value at a variation of 90℃ for 24 hours of 17.92 MPa and the lowest compressive strength value at a variation of 60℃ for 6 hours of 10.19 MPa. Based on the results of the study, it was concluded that the higher the curing temperature and the longer the curing time can increase the compressive strength of geopolymer concrete. For further research, it is recommended to vary the curing temperature above 90℃, the curing time above 24 hours and reduce the amount of air in the concrete mixture.

Keywords: *compressive strength, curing time, fly ash, geopolymer concrete, temperature time*

Abstrak
Peningkatan produksi semen berdampak negatif terhadap lingkungan, sehingga diperlukan inovasi penggunaan bahan perekat beton salah satunya dengan memanfaatkan limbah *fly ash*. Untuk dapat bereaksi membentuk ikatan polimer, *fly ash* memerlukan penambahan larutan aktivator berupa Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3). Pada saat suhu dingin, proses hidrasi dan kekuatan awal beton geopolimer akan mengalami kesulitan untuk dicapai secara optimal. Sehingga dibutuhkan panas tambahan dengan suhu tinggi pada saat perawatan untuk dapat meningkatkan kuat tekan beton geopolimer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis suhu dan waktu perawatan terhadap kuat tekan beton geopolimer. Metode penelitian yaitu studi eksperimental pada Laboratorium dengan perbandingan agregat : binder sebesar 65%:35%, agregat kasar : agregat halus sebesar 60%:40%, alkali : *fly ash* sebesar 38%:62%, NaOH : Na_2SiO_3 sebesar 1:2, *superplasticizer 2%,* dan molaritas aktivator 12 M. Variasi suhu dan waktu perawatan yang digunakan yaitu pada suhu 60℃ dan 90℃ selama 6 jam, 12 jam dan 24 jam. Benda uji berbentuk silinder ukuran 200 × 100 mm sebanyak 18 sampel. Benda uji akan diuji kuat tekan setelah berumur 28 hari. Hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan tertinggi berada pada variasi 90℃ selama 24 jam sebesar 17,92 MPa dan nilai kuat tekan terendah berada pada variasi 60℃ selama 6 jam sebesar 10,19 MPa. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa semakin meningkat suhu perawatan dan semakin lama waktu perawatan dapat meningkatkan kuat tekan beton geopolimer. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk dapat memvariasikan suhu perawatan di atas 90℃, waktu perawatan di atas 24 jam dan mengurangi jumlah air dalam campuran beton.
Kata kunci : beton geopolimer, *fly ash*, kuat tekan, suhu, waktu perawatan

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan perekonomian Indonesia. Peningkatan pembangunan infrastruktur akan membutuhkan material yang banyak, oleh karena itu produksi semen juga semakin meningkat. Semen merupakan bahan perekat dalam campuran beton, meningkatnya produksi semen juga berdampak negatif terhadap lingkungan seperti polusi udara yaitu CO_2 yang semakin meningkat dan akan membuat suhu bumi semakin panas sehingga menimbulkan efek *global warming* atau efek rumah kaca.

Hal ini menyebabkan perlunya melakukan inovasi untuk mengganti semen portland sebagai bahan perekat dengan bahan geopolimer. Menurut (Triwulan dan Adiningtyas, 2007; Budiningrum, D. S., dkk., 2021,) geopolimer ialah material ramah lingkungan yang dikembangkan menjadi alternatif pengganti semen. Geopolimer merupakan ma-

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

terial baru yang berasal dari polimer anorganik disintesis pada proses geokimia dengan bahan dasar mineral aluminasilikat. Bahan yang dapat digunakan seperti bahan yang kaya akan kandungan oksida silika dan alumina seperti abu terbang *(fly ash)*.

Menurut (Irhab, H. M. dan Wardhono, A., 2022) *fly ash* adalah material buangan dari pembakaran batu bara pada industri dan PLTU dengan kandungan silika dioksida (SiO_2) dan kalsium oksida (CaO). *Fly ash* tidak mempunyai kemampuan untuk mengikat seperti semen., tetapi jika dengan penambahan bahan seperti sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na_2SiO_3) akan bereaksi membentuk ikatan polimer. Peraturan mengenai penggunaan *fly ash* pada beton terdapat pada peraturan internasional (ACI 232.2R-96, 2002).

Semakin tinggi molaritas yang dipakai, semakin tinggi juga nilai kuat tekan yang diperoleh. Molaritas bersangkutan dengan kepekatan, binder dengan larutan NaOH 10 M akan lebih pekat dibandingkan binder dengan larutan 8 M. Kepekatan larutan berhubungan dengan jumlah air dalam campuran larutan, semakin sedikit jumlah air yang digunakan dalam larutan, maka nilai kuat tekan akan semakin meningkat. Maka dari itu, binder dengan larutan NaOH 10 M akan memperoleh nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan binder dengan larutan NaOH 8 M.

Proses hidrasi beton geopolimer susah dicapai saat suhu dingin, sehingga kekuatan awal beton geopolimer secara optimal susah diperoleh (Khoiriyah, 2016; Hadi, R. H. P. dan Wardhono, A., 2022). Maka diperlukan panas tambahan saat proses perawatan beton geopolimer. Suhu perawatan (*heat curing*) dengan suhu tinggi bisa mempercepat polimerisasi dalam proses pengerasan (Wardhono, A., 2019; Rizaldi, dkk, 2020) . Menurut (Takapente, G. N. O., dkk., 2018), nilai kuat tekan beton geopolimer akan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu perawatan dengan menggunakan oven.

Pada penelitian (Takapente, G. N. O., dkk., 2018) mengenai pengaruh *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton menyatakan bahwa untuk memperbaiki ketahanan atau durabilitas dapat dilakukan dengan cara penambahan berbagai tipe bahan tambahan (*additivies admixture*) seperti *superplasticizer*. *Superplasticizer* merupakan bahan tambah yang dapat menaikkan kinerja dari beton diberbagai aspeknya, yakni kekuatan, kinerja, keawetan, kemudahan pengerjaan dam lainnya (ASTM C494-82).

Perawatan menggunakan suhu tambahan dengan oven dan semakin lama waktu perawatan dapat meningkatkan kuat tekan beton geopolimer. Sehingga dapat dilakukan penelitian tentang suhu perawatan dan lama waktu perawatan untuk memperoleh hasil kuat tekan yang maksimum. Pada penelitian kali ini akan menggunakan variasi suhu perawatan 60°C dan 90°C, sedangkan lama waktu perawatan akan divariasikan menjadi 6, 12, dan 24 jam dengan molaritas 12 M.

BETON GEOPOLIMER

Beton geopolimer merupakan suatu jenis beton baru yang sama sekali tidak memakai semen dalam pembuatannya (Permata, E. F. I. dan Wardhono, A., 2019) . Sebagai pengganti semen digunakan material yang kaya akan kandungan silika dan alumina dengan proses polimerisasi anorganik yang dipelopori oleh ilmuan Perancis, Profesor Joseph Davidovits, tahun 1978.

Penggantian semen tentunya menjadi lebih ramah lingkungan dan juga lebih efektif karena memanfaatkan bahan dari limbah industri. Untuk penggunaannya beton geopolimer mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan. Beberapa kelebihan dan kekurangan beton geopolimer yaitu :

1. Kelebihan dari beton geopolimer
   a. Tahan dari asam sulfat
   b. Tahan dari reaksi silica alkali
   c. Memiliki rangkak dan susut yang kecil
   d. Mengurangi polusi udara dan juga mengurangi efek dari pemanasan global (*global warming*)
2. Kekurangan dari beton geopilmer
   a. Proses pembuatannya lebih rumit dari beton konvensional
   b. Belum diketahui perhitungan *mix design* yang pasti

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

X-Ray Flouresense (XRF)

Sinar-X diperoleh dari penggabungan spektrum sinambung dengan spektrum berkekuatan tertentu (discreet), yang diakibatkan karena beradunya bahan yang akan dituju dengan elektron. Peristiwa tipe spectrum discreet tergantung dari peralihan elektron yang berlangsung didalam atom material. Spektrum ini diketahui dengan nama spektrum sinar-X. Karakteristik spektometri XRF menggunakan sinar-X yang dipancarkan oleh material yang setelah itu ditangkap oleh detector untuk diselidiki isi unsur yang ada pada material. Jenis material yang diselidiki berupa material yang padat masif, pellet dan juga berupa serbuk.

MasterGlenium ACE® 8595

MasterGlenium ACE® 8595 adalah *Superplasticizer Polikarboksilat Eter* (PCE) inovatif yang cocok digunakan pada industri pracetak dan juga *ready mix*, bentuknya seperti cairan kental berwarna orange. *MasterGlenium ACE® 8595* dapat mendispersi semen sangat baik dengan menjadikan rasio penggunaan air yang sedikit dan dapat mengembangkan kekuatan awal.

Slump Test

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton yang bisa memadat tanpa menggunakan alat bantu seperti vibrator. Pengujian SCC dapat dilakukan dengan pengujian slump flow. Pengujian *slump flow* merupakan pengujian untuk mengetahui nilai *workability* dari campuran beton.

Pengujian SCC dapat dilakukan dengan cepat dan mudah diaplikasikan dilapangan menggunakan *slump cone* diletak terbalik dengan posisi diameter ukuran kecil berada dibawah dan diameter yang berukuran besar berada diatas. Metode ini menunjukkan kemampuan campuran beton dalam mengisi ruang yang diukur dari diameter lingkaran sebaran campuran beton. Kategori *SCC* dikatakan memenuhi syarat *filling ability* yang baik, jika dalam waktu kurang dari 6 detik campuran beton mencapai diameter 50 cm. Beton tidak bisa dikatakan *SCC* bila melebihi 6 detik.

Perawatan (Curing)

Perawatan dilakukan dengan 2 cara yaitu membiarkan pada suhu ruang dan dengan memberikan panas tambahan seperti menggunakan oven. Benda uji yang sudah dicetak, didiamkan selama 1 hari hingga beton mengeras, untuk perawatan pada suhu ruang beton dilepaskan dan didiamkan pada suhu ruang, sedangkan beton dengan perawatan suhu tinggi dimasukkan kedalam oven dengan variasi suhu yang ditentukan.

Pada saat beton geopolimer berada di suhu dingin proses hidrasi sulit diperoleh, maka diperlukan panas tambahan dalam perawatan beton. Suhu perawatan (*heat curing*) dengan suhu tinggi bisa mempercepat polimerisasi pada proses pengerasan (Wardhono, A., 2019).

Perawatan pada benda uji dilakukan setelah beton mengeras dengan cara dimasukkan dalam oven dengan temperatur 60°C dan 90°C selama 6 jam, 12 jam, dan 24 jam. Untuk menghindari keretakan pada beton saat di oven, benda uji di bungkus menggunakan *aluminium foil*, hal ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan (Kurniawan, B. dan Mokhtar, A., 2021) .

KUAT TEKAN BETON

Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dapat melakukan pengujian menggunakan mesin uji kuat tekan dengan cara memberi beban tekan diatas benda uji sampai hancur (Tjoanto, R., dkk., 2021). Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari.
Berdasarkan SNI 2847:2019 uji kuat tekan merupakan hasil dari nilai rata-rata pengujian, setidaknya 2 silinder berdimensi 150 × 300 mm atau 3 silinder berdimensi 100 × 200 mm. Pengujian 3 buah silinder berdimensi 100 × 200 mm dapat menghasilkan kuat rata-rata yang lebih terpercaya dibandingkan dengan pengujian 2 buah silinder. Hal ini dikarenakan silinder 100 × 200 mm pada umumnya memiliki variasi nilai kekuatan tekan 20 % lebih tinggi dibandingkan dengan silinder 150 × 300 mm.

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu studi eksperimental pada Laboratorium.

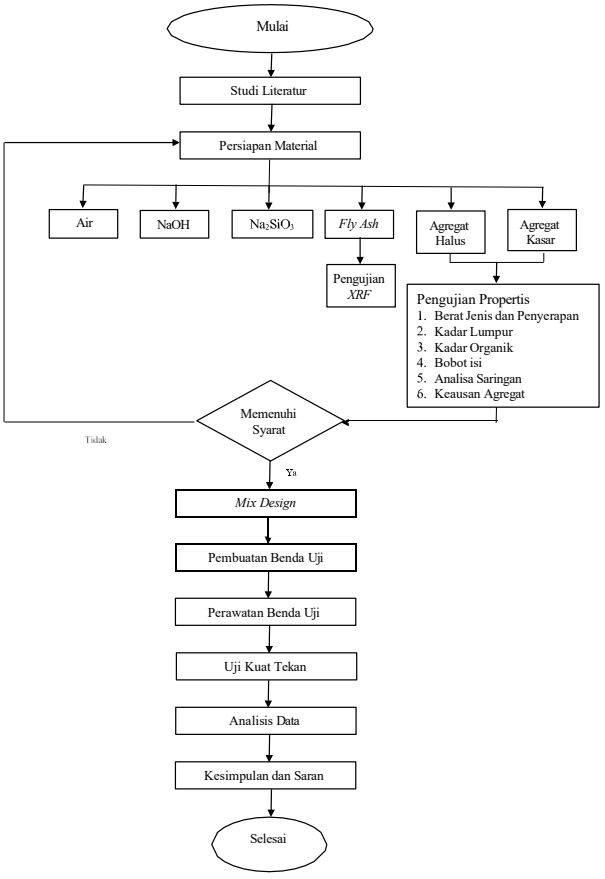
Material

1. Agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Kabupaten Lima Puluh Kota.
2. Agregat halus yang digunakan berasal dari Kabupaten Kampar.
3. Air
4. *Fly ash* yang digunakan berasal dari sisa pembakaran batu bara pada PLTU.
5. Alkali aktivator dan katalisator, aktivator yang digunakan adalah Sodium Hidroksida (NaOH) dan katalisator adalah Sodium Silikat (Na_2SiO_3).
6. *Superplasticizer* yang digunakan tipe F dengan merk *Masterglenium ACE® 8595.*

Rancangan Benda Uji

Terlebih dahulu akan dilakukan pengujian *properties* yang terdiri dari analisa ayakan, kadar lumpur, berat isi, berat jenis pada agregat halus dan agregat kasar. Hasil pengujian ini digunakan untuk membuat *job mix formula* sehingga diperoleh proporsi campuran beton. Pada penelitian ini juga dilakukan pengujian *X-Ray Flourescence* (XRF) untuk dapat mengetahui kandungan *fly ash* yang akan digunakan. Larutan aktivator yang akan dibuat yaitu NaOH dengan konsentrasi 10 M.

Mix design yang dipakai sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Qomaruddin, M., dkk., 2018) . Variasi suhu perawatan yang digunakan sebesar 60^{o}C dan 90^o selama 6, 12, 24 jam. Benda uji yang akan dibuat sebanyak 3 sampel untuk setiap variasi dengan total benda uji 18 sampel dengan menggunakan cetakan silinder berukuran 200 × 100 mm sesuai dengan SNI 2847:2019. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

Pembuatan Benda Uji

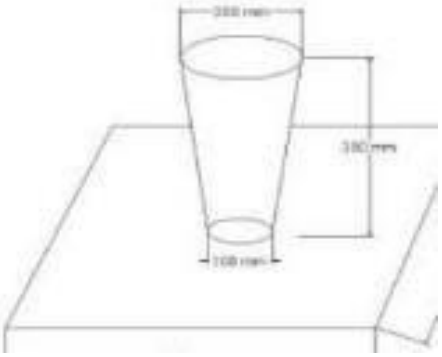
Langkah dalam pembuatan beton geopolimer adalah :

1. Timbang seluruh material yang akan digunakan
2. Campur Sodium Hidroksida (NaOH) dan air hingga larut, lalu tambahkan Sodium Silikat (Na_2SiO_3)
3. Campurkan agregat kasar, agregat halus dan *fly ash*, lalu aduk hingga tercampur rata
4. Setelah itu campurkan juga dengan larutan Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3) lalu aduk hingga homogen
5. Masukkan adukan beton geopolimer ke kerucut abram untuk mengetahui nilai slump beton geopolimer
6. Masukkan beton geopolimer ke dalam cetakan silinder berukuran 200 × 100 mm dan diratakan
7. Lepas cetakan ketika beton sudah mengeras setelah 24 jam

Slump Flow Test

Slump flow didefinisikan sebagai besarnya diameter penyebaran beton yang diukur setelah kerucut abram diangkat. Tujuan dari *slump flow test* adalah untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton. *Slump flow test* dilakukan menggunakan kerucut abram dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm, tongkat pemadat berdiameter 1,6 cm dengan panjang 60 cm.

Pengujian menggunakan kerucut abram terbalik untuk menentukan kategori *Self Compacting Concrete (SCC)*. Kategori *SCC* dikatakan memenuhi syarat *filling ability* yang baik apabila dalam waktu kurang dari 6 detik campuran beton mampu mencapai diameter 50 cm. Prosedur dan bentuk alat uji ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Slump Cone*

Rumus untuk menghitung nilai *slump flow* adalah :

Slump flow = ½ (d max + d *perpendicular*) (3.1)

Keterangan :

d max = Diameter terbesar adukan beton
d *perpendicular* = Diameter tegak lurus dari d max

Perawatan Benda Uji

Perawatan pada benda uji dilakukan setelah beton mengeras dengan cara dimasukkan dalam oven dengan temperatur 60°C dan 90°C selama 6 jam, 12 jam, dan 24 jam. Untuk menghindari keretakan pada beton saat di oven, benda uji di bungkus menggunakan *aluminium foil*, hal ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan (Kurniawan, B. dan Mokhtar, A., 2021). Prosedur pembungkusan benda uji tersebut dapat dilihat pada Gambar 3. Setelah beton keluar dari oven, selanjutnya beton dirawat dalam suhu ruangan selama 28 hari.

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

Gambar 3. Benda Uji di Bungkus Aluminium Foil

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011, cara pengujian kuat tekan beton adalah :

1. Timbang benda uji yang akan diuji
2. Letakkan benda yang akan diuji pada mesin uji kuat tekan
3. Nyalakan mesin uji kuat tekan
4. Lakukan pembebanan hingga benda uji hancur
5. Catat beban maksimum yang diperoleh selama pengujian

Rumus menghitung nilai kuat tekan beton berdasarkan SNI 1974:2011, adalah :

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :
f'c = Kuat tekan beton (N/ mm²)
P = Beban maksimum (N)
A = Luas permukaan benda uji silinder (mm²)

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui kemampuan beton dalam menahan beban tekan maksimum yang diberikan. Prosedur pengujian dilakukan berdasarkan SNI 1974:2011 dengan menggunakan mesin uji tekan. Benda uji silinder diletakkan pada posisi tegak di atas mesin, kemudian beban diberikan secara bertahap hingga benda uji mengalami keruntuhan. Alat dan proses pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. Pengujian Kuat Tekan

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Fly Ash

Fly ash terbagi menjadi beberapa kelas sesuai dengan kandungan yang terdapat didalamnya. Untuk mengetahui kandungan didalam fly ash dapat dilakukan dengan pengujian X-Ray Flouresense (XRF). Spesifikasi fly ash menurut (ASTM C618-19) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *Fly Ash*

Senyawa	Kelas campuran mineral		
	F	N	C
$SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$	≥ 50%	≥ 70%	≥ 50%
SO_3	≤ 5%	≤ 4%	≤ 5%
CaO	≤ 18%	-	≥ 18%
Moisture content	≤ 3%	≤ 3%	≤ 3%
Loss of ignition	≤ 6%	≤ 10%	≤ 6%

(Sumber: ASTM C618-19)

Setelah melakukan pengujian XRF pada kandungan *fly ash* yang dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Padang, diperoleh hasil :

a. $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \geq 50$ %
   $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 \geq 50$ %
   33,937 % + 13,482 % + 24,591 % ≥ 50 %
   72,01 % ≥ 50 % (memenuhi)
b. $SO_3 \leq$ 5%
   SO_3 = 1,589 % ≤ 5% (memenuhi)
c. CaO ≤ 18 %
   CaO = 17,39% ≤ 18% (memenuhi)

Dari hasil pengujian XRF tersebut dapat dinyatakan bahwa *fly ash* pada penelitian ini dikategorikan *fly ash* tipe F.

Gambar 5. Pengujian Slump Flow

Hasil Pengujian Slump Flow

Berdasarkan pengujian *slump flow* yang telah dilakukan lihat Gambar 5, maka nilai *slump flow* yang diperoleh adalah:

Tabel 2. Nilai *Slump Flow*

Variasi suhu (℃)	Variasi Waktu (Jam)	d max (cm)	d perpendicular (cm)	Nilai *Slump* rata-rata (cm)
	6	52	50	51
60	12	54	50	52

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

	24	51	50	50,5
90	6	54	53	53,5
	12	52	51	51,5
	24	52	50	51

Dari nilai *slump flow* yang telah diperoleh, dapat dikatakan campuran beton termasuk kedalam beton *Self Compacting Concrete* (SCC). Campuran beton dapat mencapai diameter 50 cm dalam waktu 6 detik.

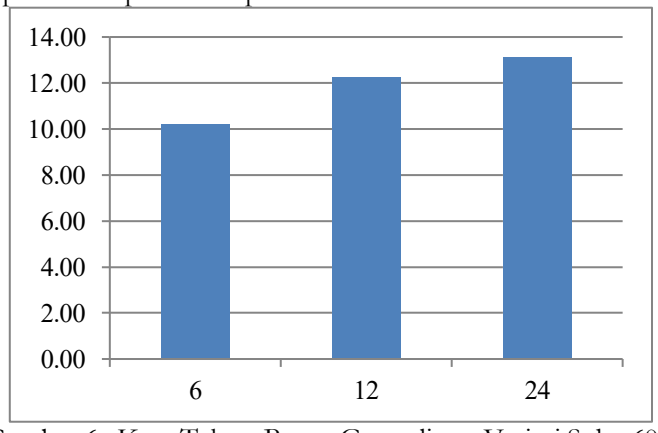
Hasil Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan, hasil pengujian kuat tekan setiap sampel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai uji kuat tekan variasi suhu 60℃

Variasisuhu (℃)	Variasi Waktu (Jam)	Kode Benda Uji	Massa Benda Uji (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan, fc' (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
60	6	1	3,4	82	10,45	10,19
		2	3,4	80	10,19	
		3	3,4	78	9,94	
	12	1	3,4	101	12,87	12,23
		2	3,4	90	11,46	
		3	3,4	97	12,36	
	24	1	3,4	102	12,99	13,08
		2	3,4	108	13,76	
		3	3,3	98	12,48	

Dari Tabel 3 didapatkan kuat tekan rata-rata tertinggi pada variasi suhu 60℃ selama 24 jam sebesar 13,08 MPa. Kuat tekan rata-rata terendah berada pada variasi 60℃ selama 6 jam sebesar 10,19 MPa. Grafik kuat tekan pada variasi suhu 60℃ beton geopolimer dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kuat Tekan Beton Geopolimer Variasi Suhu 60℃

Berdasarkan Gambar 5, didapatkan kecenderungan kenaikan kuat tekan seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu perawatan (*curing*).

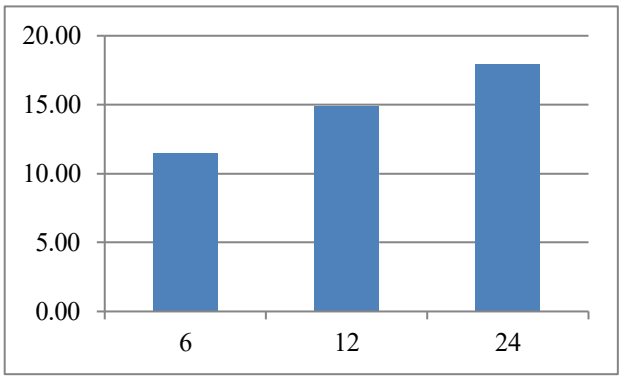
Tabel 4. Nilai uji kuat tekan variasi suhu 90℃

Variasisuhu (℃)	Variasi Waktu (Jam)	Kode Benda Uji	Massa Benda Uji (Kg)	Beban (kN)	Kuat Tekan, fc' (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
90	6	1	3,3	92	11,72	11,46
		2	3,35	83	10,57	
		3	3,4	95	12,10	

Jurnal Matriks Teknik Sipil
DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

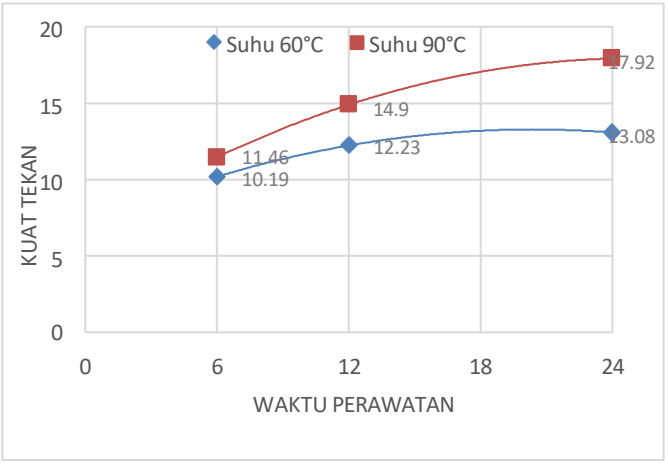
12	1	3,3	118	15,03	14,90
	2	3,4	121	15,41	
	3	3,4	112	14,27	
24	1	3,4	135	17,20	17,92
	2	3,4	138	17,58	
	3	3,4	149	18,98	

Dari Tabel 4 didapatkan kuat tekan rata-rata tertinggi pada variasi suhu 90℃ selama 24 jam sebesar 17,92 MPa. Kuat tekan rata-rata terendah berada pada variasi 90℃ selama 6 jam sebesar 11,46 MPa. Grafik kuat tekan beton geopolimer pada variasi suhu 90℃ dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kuat Tekan Beton Geopolimer Variasi Suhu 90℃

Untuk grafik gabungan kuat tekan rata-rata pada variasi suhu 60℃ dan 90℃ dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kuat Tekan Rata-rata Beton Geopolimer

Berdasarkan Gambar 8, didapatkan kecenderungan kenaikan kuat tekan seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu perawatan (*curing*). Nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada variasi suhu 90℃ selama 24 jam sebesar 17,92 MPa. Kuat tekan rata-rata terendah berada pada variasi 60℃ selama 6 jam sebesar 10,19 MPa.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai variasi suhu dan waktu perawatan terhadap kuat tekan beton geopolimer dengan variasi suhu 60℃ dan 90℃ selama 6, 12, dan 24 jam diperoleh bahwa nilai kuat rata-rata tertinggi berada pada variasi suhu 90℃ selama 24 jam sebesar 17,92 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan rata-rata terendah berada pada variasi suhu 60℃ salaam 6 jam sebesar 10,19 MPa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa suhu dan waktu perawatan dapat meningkatkan nilai kuat tekan pada beton geopolimer.

DOI: https://doi.org/10.20961/mateksi.v13i2.101885
ISSN: 2354-8630
E-ISSN: 2723-4223
Vol 13, No 2 (2025): Desember

REKOMENDASI

Adapun saran dari penelitian yang ditelah dilakukan mengenai variasi suhu dan waktu perawatan terhadap kuat tekan beton geopolimer adalah :

1. Untuk *fly ash* agar dapat dilakukan pengujian kandungan *moisture content* untuk mengetahui *type fly ash* yang lebih akurat
2. Untuk peneliti agar menggunakan alat pelindung diri yang lengkap terutama pada saat pembuatan larutan alkali dan pembuatan benda uji. Jika bahan kimia yang digunakan mengenai kulit maka akan menimbulkan rasa gatal, perih, dan bisa meyebabkan luka
3. Untuk penelitian selanjutnya agar menggunakan air suling atau *aquades* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik
4. Untuk peneliti pada saat pengadukan beton agar dapat memastikan beton tercampur secara homogen
5. Untuk selanjutkan dapat dilakukan penelitian dengan memvariasikan suhu diatas 90℃.
6. Untuk selanjutnya dapat dilakukan penelitian dengan mengurangi jumlah air yang digunakan dalam campuran beton.

.

REFERENSI

1974:2011, S. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.Astm C618-19. (N.D.).

Badan, K., & Nasional, S. (2019). Penetapan Standar Nasional Indonesia 2847 : 2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan Sebagai Revisi Dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013. 8.

Budiningrum, D. S., Kustirini, A., Purnijanto, B., Mahasukma, D., & Utama, T. Y. (2021). Studi Experimental Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Pltu Tanjungjati B Jepara. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Semarang, 07, 55–61.

Hadi, R. H. P., & Wardhono, A. (2022). Analisis Pengaruh Variasi Suhu Perawatan Terhadap Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Kelas C Dan Naoh 10 Molar. Rekayasa Teknik Sipil, 4(2), 1–10.

Irhab, H. M., & Wardhono, A. (2022). Pengaruh Variasi Waktu Dan Suhu Perawatan Terhadap Mortar Geopolimer Dengan Abu Terbang Dan Naoh 12 Molar. 4(2), 1–10.

Khoiriyah, dkk, 2016. Karakteristik Mortar Geopolimer Dengan Perawatan Oven Pada Berbagai Variasi Waktu Curing. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

Kurniawan, B., & Mokhtar, A. (2021). Pengaruh Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolymer. Seminar Keinsinyuran 2021, 14–22.

Motrar Geopolimer Abu Terbang. Media Teknik Sipil, 18(2). doi:https://doi.org/10.22219/jmts.v18i2.12921

Permata, E. F. I., & Wardhono, A. (2019). Pengaruh Kepekatan Larutan Aktivator Terhadap Kuat Tekan Geopolymer Mortar Berbahan Dasar Abu Terbang Dan Naoh 12 Molar Pada Kondisi Ss/Sh 2.0 Dan 4.0. Ejournal.Unesa.Ac.Id.

Qomaruddin, M., Munawaroh, H. T., & Sudarno. (2018). Studi Komparasi Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Beton Konvensional. Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Snst, 1(1), 40–45.

Rizaldi, N., Rusadi, A. I., Wibisono, G., Saputra, E., & Olivia, M. (2020). Studi Parametrik Kuat Tekan

Takapente, G. N. O., Wallah, S. E., & Manalip, H. (2018). Berbasis Abu Vulkanik. 6(9), 657–664.

Tjoanto, R., Wallah, S. E., & Handono, B. D. (2021). Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan. 9(4).

Triwulan, Ekaputri dan Adiningtyas. (2007). Analisa Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash dan Lumpur Porong Kering Sebagai Pengisi. Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil, No.3

Wardhono, A. (2019). Pengaruh Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang Kelas C. 1–7.

Wijaya, O. A., & Wardhono, A. (2018). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Geopolimer Berbahan Dasar Naoh 14m Molar Terhadap Kuat Tekan Dan Porositas. Rekayasa Teknik Sipil, 3(2), 1–10.