

# Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Variasi Penambahan Limbah Las Karbit

Muhrodi<sup>1</sup>, Yayan Adi Saputro<sup>2</sup>, Khotibul Umam<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara Jl. Taman Siswa, Pekeng, Kauman, Tahunan, Kec. Tahunan, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah 59451

<sup>2</sup>E-mail: yayan@unisnu.ac.id

*Abstract — The content of carbide welding waste can form a reaction against geopolimer concrete so that it becomes hard. In general, concrete can increase the calcium element content when it reacts with pozzolanic when mixed with SiO<sub>2</sub>. The pozzolanic reaction is a reaction between water and silica, calcium, or aluminate which forms a hard and dense mass. This is equivalent to the hydration process of Portland cement. The aim of this research is to study the use of carbon fiber waste as an activator in geopolimer concrete and examine the effect of carbide waste on the compressive strength of geopolimer concrete, this will be an alternative to geopolimer concrete that can be used. This research was carried out with 3 main mix designs with codes S1=Sample 1 (1:2), S2=Sample 2 (1:3), and S3=Sample 3 (1:2.5) where the ratio between carbide and fly welding waste ash with a molarity of 10 mol. The concrete is printed using a cylindrical mold measuring 20 cm high with a diameter of 10 cm. Testing is carried out when the concrete reaches 28 days of age. The test carried out was a compressive strength test using a Compression Testing Machine in the laboratory with the highest compressive strength obtained at 37.06 Mpa at S3 (1:3), then there was a decrease as the use of fly ash was reduced, namely at S1 (1:2) at 17.42 Mpa and S2 (1:2.5) 31.08 Mpa.*

*Keywords: compressive strength; gopolimer concrete; carbide waste.*

*Abstrak — Kandungan limbah las karbit dapat membentuk reaksi terhadap beton geopolimer sehingga menjadi keras. Secara umum beton dapat meningkatkan kandungan unsur kalsium saat bereaksi dengan pozzolanic apabila tercampur dengan SiO<sub>2</sub>. Reaksi pozzolanic merupakan reaksi antara air dengan silika, kalsium, atau aluminat yang membentuk massa yang keras dan padat. Hal ini setara dengan proses hidrasi semen Portland. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji penggunaan limbah karbit sebagai bahan aktivator pada beton geopolimer dan meneliti pengaruh limbah karbit terhadap kuat tekan beton geopolimer, hal ini akan dapat menjadi alternatif beton geopolimer yang bisa digunakan. Penelitian ini dilakukan dengan 3 mix desain utama dengan kode S1= Sample 1 (1:2), S2=Sample 2 (1:3), dan S3=Sample 3 (1:2,5) dimana perbandingan antara limbah las karbit dan fly ash dengan molaritas 10 mol. Beton dicetak menggunakan cetakan silinder berukuran tinggi 20 cm dengan diameter 10 cm. Pengujian dilakukan ketika beton mencapai umur 28 hari. Uji yang dilakukan adalah uji kuat tekan menggunakan Compression Testing Machine di laboratorium dengan diperoleh kuat tekan tertinggi sebesar 37,06 Mpa pada S3 (1:3), kemudian terjadi penurunan seiring dilakukan penurunan penggunaan fly ash yaitu pada S1 (1:2) sebesar 17,42 Mpa dan S2 (1:2,5) 31,08 Mpa.*

*Kata-kata kunci: beton geopolimer; kuat tekan; limbah karbit.*

## I. PENDAHULUAN

Peningkatan produksi limbah las karbit dari tahun ke tahun semakin pesat, maka dibutuhkan pemanfaatan untuk mengurangi limbah tersebut. Secara umum proses terbentuknya limbah tersebut adalah dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas acetylene. Limbah karbit, yang merupakan produk sampingan dari industri pemurnian bijih besi, memiliki dampak negatif pada lingkungan dan kesehatan. Beberapa dampak negatifnya termasuk mengganggu sanitasi lingkungan, menimbulkan bau tidak sedap, serta menghasilkan gas asetilen yang berbahaya bagi kesehatan dan dapat menyebabkan pencemaran air tanah dan permukaan. Bengkel-bengkel las acetylene di daerah Jepara kurang

lebih ada 40 tempat pengelasan yang menggunakan karbit sebagai bahan dasar dan menghasilkan sekitar 105 kg perhari. Selama ini limbah tersebut tidak di perhatikan dalam proses pembuangannya dan menimbulkan kerugian bagi Masyarakat sekitar seperti mengganggu sanitasi lingkungan dan menimbulkan bau tidak sedap. Sehingga Limbah karbit dibiarkan menggunung begitu saja atau langsung dibuang di tempat pembuatan sementara. Berdasarkan PP RI No. 101 tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3 (Nur Hidayah, 2023), limbah karbit termasuk dalam golongan limbah B3 dari sumber yang spesifik yakni kode D243. Dimana terjadi reaksi antara kalsium karbida

(CaC<sub>2</sub>) dengan air H<sub>2</sub>O untuk menghasilkan gas acetylene (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) dan calcium hydroxide Ca(OH)<sub>2</sub>.

Limbah karbit dapat digunakan dalam beton geopolimer sebagai bahan pengganti semen, karena mengandung silikon dan aluminium yang mengurangi pengembangan geopolymer. Penggunaan limbah las karbit sebagai bahan tambah pembuatan beton Geopolimer semoga dapat mengurangi penggunaan material alam. Dalam penelitian ini limbah las karbit dan fly ash akan dijadikan sebagai bahan material pengisi campuran beton Geopolimer.

Fly ash atau abu terbang merupakan limbah sisa-sisa pembakaran batubara, yang dialirkan dari ruang pembakaran (Hertianisya & Prasetya, 2023). Fly ash berupa serbuk yang sangat ringan dan berwarna keabu – abuan sesuai dengan jenisnya (Putri & Herlina, 2021). Fly ash merupakan salah satu material oksida anorganik yang mengandung silika (SiO<sub>2</sub>) sebanyak 58,20%, Fly Ash sudah tidak tergolong limbah B3 namun dapat memberikan pencemaran utama logam berat. Pemanfaatan limbah las karbit dan fly ash diharapkan dapat memberikan reaksi terhadap beton geopolimer sebagai bahan substitusi material penyusun bahan campuran beton yang menghasilkan beton dengan kualitas yang tinggi dan ramah bagi lingkungan (Dewi dkk., 2016)

Sebagai upaya untuk meningkatkan proporsi penggunaan limbah las karbit dan fly ash dalam beton geopolimer maka dibutuhkan penelitian untuk mengetahui komposisi kedua material tersebut. Sehingga diperoleh pengaruh antara limbah las karbit dan fly ash dalam peningkatan kuat tekan beton. Hasil akhirnya dapat mengurangi kedua limbah tersebut dalam mencemari lingkungan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembuatan beton dengan menggabungkan beberapa bahan, meliputi agregat kasar dan halus, air dengan semen sebagai pengikat dan pengisi antar agregat. Bila tingkat mutu tertentu diperlukan, bahan tambahan dapat ditambahkan ke beton atau ditambahkan sebagai bahan tambahan bila diperlukan (Sofian dkk., 2022).

Beton keras yang bermutu baik merupakan beton yang mempunyai kekuatan, daya tahan, ketahanan abrasi, kedap air, dan penyusutan yang rendah. Beton yang baik memiliki workability yang baik meliputi dapat diaduk, diangkut, dituang, dan

dilakukan pemadatan serta tidak mempunyai kecenderungan untuk memisahkan kerikil dari campurannya atau air dan semen untuk terpisah dari campurannya. Beton keras yang bermutu baik adalah beton yang mempunyai kekuatan, daya tahan, ketahanan abrasi, kedap air, dan penyusutan yang rendah (Tjokrodimulyo 1996) dalam (Iqbal dkk., 2022)

Material dasar pembentuk pasta geopolimer adalah sumber pozolan baik dari alam maupun pozolan buatan. Material yang bersifat pozolan mengandung alumina dan silika yang dapat digunakan sebagai pengikat atau binder (Qomaruddin dkk., n.d.). Diantaranya adalah metakaolin, abu sekam atau material vulkanik dan fly ash (Karyawan Salain dkk., 2021).

1. Prekursor Bahan mentah (raw materials) atau prekursor yang digunakan untuk bentuk geopolimer dapat berupa mineral alumina silikat alami seperti lempung atau limbah industri tanah lempung perlu dikalsinasi (calcined) pada suhu sekitar 650°C sebagai pengolahan awal untuk mengubah struktur kristal dari kristalin menjadi senyawa amorf yang reaktif. Limbah industri banyak mengandung silika dan alumina yang dapat digunakan sebagai prekursor geopolimer. Limbah industri yang memiliki klasifikasi seperti ini antara lain terak tanur tinggi, abu terbang, bubuk granit, lumpur merah, dan lain-lain (Edowinsyah & Firdaus, 2021).
2. Alkali Aktivator secara umum dipakai yakni kombinasi larutan sodium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) dan natrium hidroksida (NaOH) (Setiawati dkk., 2022) (Setiawati dkk., 2022).

Agregat kasar adalah agregat yang butirannya lebih besar dari 5 mm atau agregat yang semua butirannya dapat tertahan diayakan 4,75 mm. agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil dari disintegrasi batu pecah atau batu-batuan lain yang diperoleh dari pemecahan mesin atau manual. Agregat kasar secara dasar harus terdiri dari butiran-butiran keras, permukaan yang kasar. agregat harus memenuhi syarat bersih yakni tidak mengandung lumpur lebih dari 1 %, dan tidak mengandung zat-zat organik yang bisa merusak struktur beton. Agregat kasar yang

baik dan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai campuran beton harus memenuhi sifat-sifat teknis seperti di bawah ini:

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila melebihi maka harus dicuci lebih dahulu sebelum menggunakannya;
2. Tidak boleh mengandung zat yang dapat merusak batuan seperti zat-zat yang reaktif terhadap alkali;

Agregat halus (pasir) merupakan batuan dengan ukuran partikel antara 0,15 sampai dengan 5 mm. Agregat biasanya diperoleh dari proses vulkanik, galian tanah, dasar sungai, dan atau pantai (Tjokrodinuljo, 1996) dalam (Iqbal dkk., 2022). Menurut SNI (2002), pasir merupakan bahan alam yang terbentuk dari hasil peluruhan “alami” antar batuan atau pasir yang terbentuk dari proses industri penghancuran batu, dengan ukuran butir maksimum 4,75 mm.

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI-S-04-1989-F:28) dalam (Iqbal dkk., 2022) syarat agregat halus atau pasir yang baik dijelaskan secara detail sebagai bahan konstruksi yakni :

1. Agregat halus memiliki unsur butiran yang tajam dan keras dengan memiliki indeks kekerasan  $< 2,2$ .
2. Kandungan lumpur yang ada didalamnya tidak boleh lebih dari 5 % apabila melebihi itu maka pasir harus dilakukan tritmen seperti dicuci.
3. Pasir laut dilarang digunakan sebagai agregat halus untuk semua mutu beton terkecuali dengan standar dan petunjuk dari pemerintah melalui lembaga resmi yang berwenang.
4. Sifat permanen pasir mempunyai laju peluruhan maksimum sebesar 12% bila diuji dengan larutan natrium sulfat jenuh dan laju peluruhan maksimum sebesar 10% bila diuji dengan larutan magnesium sulfat.

### 2.1 Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, untuk membasahi agregat dan akan memberikan kemudahan pada adukan beton (Lie & Rachmansyah, 2023). Terlalu banyak air akan menyebabkan lebih banyak lepuh. Sebaliknya jika kadar air rendah maka proses hidrasi tidak dapat berjalan dengan sempurna, hal ini akan berpengaruh terhadap kekuatan beton yang dihasilkan. Selain itu, air juga merupakan elemen yang sangat penting dalam produksi beton. Secara umum air digunakan sebagai reaksi antar semen

dan bertindak sebagai pelumas antar partikel agregat untuk memudahkan pemrosesan dan pemadatan agregat. Hanya sejumlah air yang sama dengan berat semen yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen (Tjokrodinuljo, 1996) dalam (Iqbal dkk., 2022). Air yang dipergunakan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gram/liter dan benda melayang lainnya;
2. Tidak mengandung garam, asam, zat organik dan sebagainya lebih dari 15 gram/liter yang dapat merusak mutu beton;
3. Tidak mengandung klorida yang melebihi 1 gram/liter.

### 2.2 Limbah Las Karbit

Limbah karbida merupakan salah satu produk gas asetilena. Gas ini biasa dipakai untuk menerangi, meneglas, memotong besi, dan memasak buah. Karbida diproduksi dengan tahapan yang cukup sederhana. Terjadi reaksi antara kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) dan air  $\text{H}_2\text{O}$  membentuk gas asetilena ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) dan kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (Agus, 2020) (Pratiwi & Wardana, 2022). Kalsium karbida, produk sampingan dari produksi gas asetilena, berbentuk padatan berwarna hitam-putih atau keabu-abuan. Karena gas ini mengandung gas dan air, produk pertama dari limbah karbida berbentuk koloid (semi cair) (Saputra dkk., 2020). Setelah 3-7 hari, gas-gas yang terkandung di dalamnya perlahan-lahan menguap, dan air kapur dari limbah karbida mulai mengering, berubah menjadi massa rapuh yang mudah digiling menjadi bubuk (Purnamasari et al., 2018).



Gambar 1. Limbah las karbit

### III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah metode yang digunakan dalam persiapan untuk memastikan bahwa pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan tinjauan pestaka dari beberapa jurnal dan e-book untuk dijadikan referensi pembuatan beton geopolimer dengan limbah karbit dan menjadikan limbah karbit akan menjadi bahan tambah dalam trial mix design.

#### Mengumpulkan Informasi

Dalam melaksanakan penelitian, dibutuhkan informasi dari jurnal-jurnal dan atau ebook penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan beton geopolimer dengan campuran limbah las karbit. Selain itu juga diperlukan peraturan standar seperti SNI, ASTM, PBI dan sebagainya.

#### Material dan Peralatan Penelitian

Material penyusun beton terdiri dari fly ash, water glass, NaOH, dan limbah karbit. Material penyusun disimpan ditempat yang terlindung untuk menjaga kualitas material agar lebih maksimal.

#### Pengujian Material

Uji kuat tekan beton geopolimer dilakukan dengan menggunakan alat compressing testing machine. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengukur tahanan variasi benda uji yang digunakan dan untuk dapat mengetahui perbandingan kuat tekan yang diperoleh dari pembebanan tekanan servis yang dilakukan dan memperoleh hasil sesuai dengan kemampuan benda uji menahan beban. Mampu menghitung kuat tekan yang diperoleh dengan menghitung pembagian antara beban maksimum dan luas permukaan benda uji (Edowinsyah & Firdaus, 2021).

#### Pengujian Susunan Butiran

Pengujian susunan butiran agregat (sieve analysis) dilakukan terhadap pasir. Agregat diambil secara acak dengan jumlah pasir 1.000 gram. Pemeriksaan susunan butir dilakukan pada keadaan kering oven. Saringan yang digunakan adalah saringan yang terdiri atas diameter 31,50, 19,10, 9,52,4,75, 2,36, 1,18, 0,60, 0,30, 0,15, dan sisa. Diameter agregat maksimum yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,18 mm. Sampel agregat yang ada dimasukkan ke

dalam saringan. Saringan kemudian goyangkan, kemudian agregat yang tertinggal di atas saringan sesuai ukuran saringan ditimbang menggunakan timbangan dan dicatat beratnya.

#### Perancangan Campuran Beton

Perancangan campuran beton dibutuhkan untuk mengklasifikasikan masing-masing material penyusun beton. Pada perencanaan pembentukan beton ini digunakan cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10 cm x 20 cm sebanyak 5 buah benda uji per mix desain dan diuji diumur 28 hari. Peran limbah las karbit yang digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Rencana *mix design*

Kode	Limbah Las Karbit dan Fly ash	NaOH dan Natrium silikat	Agregat kasar dan halus
	1	0,6	3
S1	1 : 2	1:2	1 : 1,5
S2	1 : 3	1:2	1 : 1,5
S3	1 : 2,5	1:2	1 : 1,5

#### Urutan Pelaksanaan dan Curing Beton Geopolimer

Pelaksanaan yang akan di lakukan pada tahapan pelaksanaan beton geopolimer yaitu (Iqbal et al., 2022):

1. Bahan dan alat yang digunakan untuk membuat beton geopolimer harus disiapkan terlebih dahulu.
2. Pengujian material dilakukan di laboratorium dan merencanakan mutu beton agar kekuatannya maksimal. Contoh yang diperiksa adalah agregat, berat dan volume agregat, dan berat jenis agregat.
3. Merencanakan campuran beton (mix design) meliputi menimbang material dan bahan-bahan sesuai dengan hitungan yang telah ditentukan pada perencanaan campuran beton (mix design).
4. Proses pengadukan pada beton dilakukan dengan memasukkan material yang telah siap ditimbang pembentuk beton (benda uji) yaitu agregat kasar dan halus, pasir, limbah las karbit, air, fly ash dan aktivator ke dalam loyang untuk pengadukan.
5. Pengikatan awal pada pasta beton

geopolimer diuji dengan menggunakan alat uji vicat. Pengikatan awal pasta beton geopolimer basah yang telah diuji vicat adalah 20-90 menit

6. Campuran pasta geopolimer kemudian dituangkan ke etakan silinder yang sebelumnya sudah dioles dengan oli agar campuran pasta tidak melekat pada dinding cetakan. Setelah dituangkan ke dalam cetakan, dipadatkan dengan memukul sisi cetakan menggunakan palu karet dan setelah padat ratakan permukaannya menggunakan sendok semen.
7. Perawatan pada beton dilakukan ketika beton sudah mengeras, setelah beton mengeras di dalam cetakan keluarkan beton tersebut dari dalam cetakan silinder kemudian beton direndam didalam air selama umur beton 28 hari dengan perawatan menggunakan perendaman air.

#### Pengujian Kuat Tekan Beton

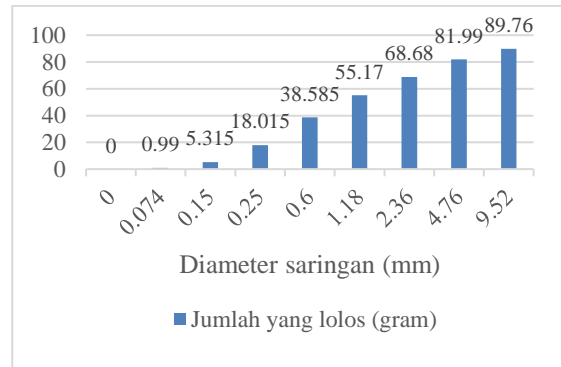
Pengujian pembebanan dilakukan pada saat sampel berumur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan mesin penguji kuat tekan. Sebelum pengujian, benda uji ditimbang beratnya untuk memperoleh berat isi sampel dan diukur diameter dan tingginya ketika dalam keadaan kering (Iqbal dkk., 2022).

Pengujian kuat tekan beton menggunakan sampel silinder ini dilaksanakan dengan cara memberi beban tegak lurus atau sejajar dengan tinggi silinder. Pembebanan kuat tekan dilakukan secara perlahan kekuatan akan meningkat sesuai dengan kelipatan durasi pembebanan hingga benda uji gagal atau runtuh menurut (SNI 03-1973-1990), dan pengujian kuat tekan dilakukan dengan gaya sebagai berikut: Tingkatkan kecepatan secara perlahan hingga benda uji mencapai kuat tekan maksimal dan benda uji dalam keadaan retak atau pecah (Sofian dkk., 2022).

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Pemeriksaan Material

Hasil pemeriksaan material benda uji pada penelitian ini adalah analisa saringan agregat halus dan kasar, pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dan kasar, dan pemeriksaan campuran material pembuat beton geopolimer.



Gambar 2. Hasil analisa saringan

Modulus Kehalusan Pasir (FM) adalah cara untuk mengetahui nilai kehalusan atau kekasaran suatu agregat. hasil bilangan yang menunjukkan derajat kehalusan pasir yang didapat dari hasil kumulatif dari saringan di atas 0,15 hingga 9,52 dibagi 100. Dari hasil percobaan, diketahui prosentase FM Pasir Muntilan sebesar 3,425 % dengan metode hitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{10,24 + 18,01 + 31,32 + 44,83 + 61,415 + 81,985 + 94,685}{100} \\
 &= \frac{342,485}{100} \\
 &= 3,425\%
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Analisa saringan

Hasil Percobaan Kadar Lumpur  
Data Percobaan dengan Metode Kocokan

Tabel 2. Hasil percobaan kandungan lumpur

Keterangan	Gelas A	Gelas B
Tinggi Pasir + Lumpur	150	146
Tinggi Pasir	130	120
Tinggi Lumpur	20	26

Rata-rata kandungan lumpur =  $\frac{20 + 26}{2} = 23$



Gambar 4. Analisa kadar lumpur metode kocokan

Data Percobaan dengan Metode Pencucian

Tabel 3. Hasil percobaan kandungan lumpur

Keterangan	Gelas A	Gelas B
Berat awal pasir	100	100
Berat pasca dicuci	108	108
Berat Lumpur	8	8

Rata-rata kandungan lumpur =  $\frac{8 + 8}{2} = 8$



Gambar 5. Analisa kadar lumpur metode cucian

Percobaan Kandungan Zat Organik

Tabel 4. Hasil Percobaan Kandungan Zat Organik

Keterangan	Gelas A	Gelas B
Tinggi Pasir Dan Lumpur	155	150
Tinggi Pasir	130	140
Tinggi Lumpur	25	10

Rata-rata tinggi lumpur =  $\frac{25 + 10}{2} = 17,5 \text{ mm}$

Warna larutan NaOH pada gelas A dan B berwarna Coklat Kehitaman



Gambar 6. Analisa kadar lumpur menggunakan NaOH

Hasil Percobaan Pengikatan Awal  
Data Percobaan Pengikatan Awal Beton Geopolimer

Tabel 5. Data Waktu Pengikatan Awal Sampel 1 (S1)

No	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)	Keterangan
1	15	34	S1
2	30	27	
3	45	25	

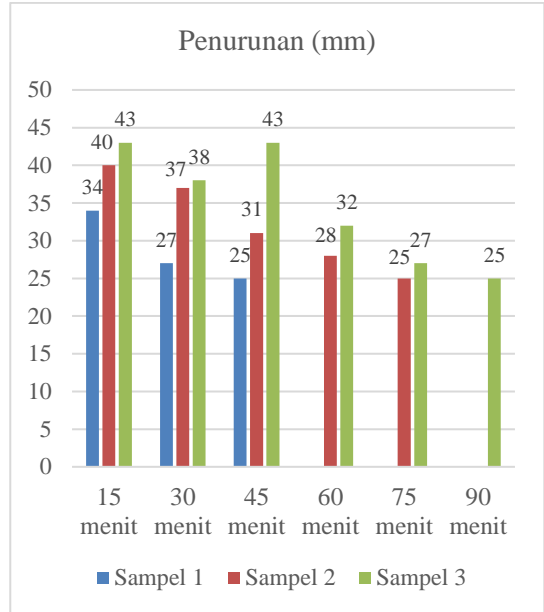
Tabel 6. Data Waktu Pengikatan Awal Sampel 2 (S2)

No	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)	Keterangan
1	15	40	S2
2	30	37	
3	45	31	
4	60	28	
5	75	25	

Tabel 7. Data Waktu Pengikatan Awal Sampel 3 (S3)

No	Waktu Penurunan (Menit)	Penurunan (mm)	Keterangan
1	15	43	S3
2	30	38	
3	45	34	
4	60	32	
5	75	27	
6	90	25	

Dari data di atas kita bisa simpulkan bahwa ketiga percobaan waktu ikat awal pasta Geopolimer memiliki waktu penurunan yang berbeda dikarenakan perbedaan penggunaan limbah las karbit dan fly ash. Berikut dibawah ini grafik terkait dengan waktu pengikatan awal :

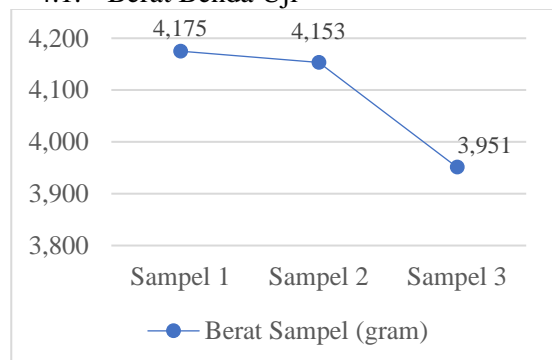


Gambar 7. Analisa waktu pengikatan awal, 2022



Gambar 8. Analisa waktu pengikatan awal

#### 4.1. Berat Benda Uji

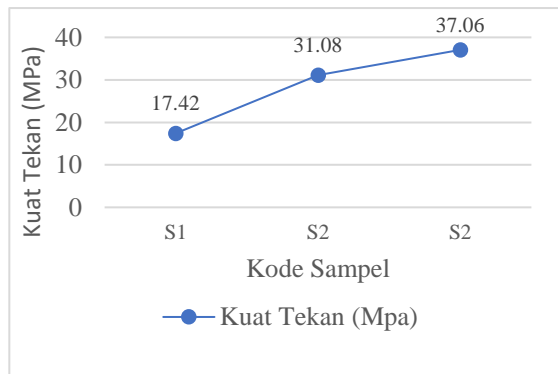


Gambar 9. Grafik rata-rata berat benda uji

Pada Gambar 9 menunjukkan perbandingan berat beton dengan menggunakan penambahan limbah las karbit sebagai substitusi didapat

sebagai berikut: S1 (1:2) sebesar 4.175 g, sedangkan berat volume beton pada S2 (1:2,5), dan S3 (1:3) ialah sebesar 4.153 g dan 3.951 g. Sehingga dapat disimpulkan dengan adanya penambahan limbah las karbit mempengaruhi berat benda uji beton.

#### 4.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton



Gambar 10. Grafik perbandingan kuat tekan beton



Gambar 11. Pengujian kuat tekan

Dari Gambar 8 menunjukkan bahwa perbandingan rata-rata hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan limbah las karbit dan fly ash S1 (1:2) menghasilkan kuat tekan sebesar 17,42 MPa. Sedangkan kuat tekan beton dengan S2 (1:2,5) dan S3 (1:3) mengalami kenaikan sebesar 31,08 Mpa dan 37,06 Mpa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton tertinggi dari pengujian kuat tekan beton geopolimer menggunakan limbah las karbit dan fly ash adalah kode sampel S3 (1:3)

## V. KESIMPULAN

1. Waktu pengikatan awal S1 dapat diketahui yaitu pada menit ke-25 menunjukkan presentasi jarum 1 mm pada angka 25 mm, sedangkan pada S2 penurunan 25 mm pada menit ke-75, dan S3 penurunan 25 mm pada menit ke-90.
2. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 10 x 20 cm, dengan rata-rata berat sampel S1 (1:2) sebesar 4.175 g, S2 (1:2,5) sebesar 4.153 g dan S3 (1:3) 3.951 g.
3. Dalam pembuatan beton geopolimer limbah karbit dan fly ash yang dilakukan pengujian pada umur 28 hari dengan Kode S1 (1:2), S2 (1:2,5), dan S3 (1:3), diperoleh rata-rata kuat tekan tertinggi sebesar 37,06 Mpa pada S3 (1:3)

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, I. (2020). Pemanfaatan limbah las karbit terhadap nilai kuat tekan beton. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.55340/jmi.v9i1.647>
- Dewi, N. R., Dermawan, D., & Ashari, M. L. (2016). Studi pemanfaatan limbah b3 karbit dan fly ash sebagai bahan campuran beton siap pakai (BSP) (Studi kasus: PT Varia Usaha Beton). *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 13(1), 34–43. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v13i1.34-43>
- Edowinsyah, E., & Firdaus, F. (2021). Lightweight mortar geopolimer based on fly ash and palm ash. *Jurnal Tekno*, 18(2), 21–29. <https://doi.org/10.33557/jtekn.v18i2.1267>
- Hertianisya, N. H., & Prasetya, N. A. (2023). Fly ash PLTU Sumber Alam Sekurau Kalimantan Utara sebagai binder beton geopolimer. *Civil Engineering Scientific Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.35334/cesj.v2i1.3079>
- Iqbal, M., Idroes, I., & Hady, M. (2022). Kuat tekan beton normal menggunakan butiran halus ban bekas kendaraan sebagai substitusi agregat halus dan tambahan serat ban bekas kendaraan. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 23. <https://doi.org/10.30811/portal.v14i1.2848>
- Karyawan Salain, I. M. A., Wiryasa, N. M. A., & Adi Pamungkas, I. N. M. M. (2021). Kuat tekan beton geopolimer menggunakan abu terbang. *Jurnal Spektran*, 9(1), 76. <https://doi.org/10.24843/spektran.2021.v09.i01.p09>
- Lie, E. S., & Rachmansyah, R. (2023). Rasio nilai kuat lentur pada beton geopolimer dengan penambahan superplasticizer. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(2), 265–277. <https://doi.org/10.28932/jts.v19i2.6205>
- Nur Hidayah, F. (2023). Perkembangan Pengaturan Hukum Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (Limbah B3) Di Indonesia. *Jurnal Indonesia Sosial*



- Teknologi*, 4(02), 211–225.  
<https://doi.org/10.59141/jist.v4i02.579>
- Pratiwi, L. C., & Wardana, I. A. (2022). Pengaruh limbah granit dan limbah karbit sebagai substitusi semen terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 5(1), 381.  
<https://doi.org/10.31602/jk.v5i1.7567>
- Purnamasari, E., Gazali, A., Banjarmasin, B., Banjarmasin, B., Banjarmasin, B., Portland, S., & Liat, T. (2018). *Bahan Semen Terhadap Kualitas Kuat Tekan Mortar dengan Variasi Proporsi Yang Berbeda ( Kajian Terhadap Adukan Mortar 1 PC : 3 PS)*. Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Teknik Sipil , 22201 , Fakultas Tek. Revision 2.
- Putri, A. A., & Herlina, L. (2021). Pengaruh kuat tekan beton geopolimer mutu tinggi menggunakan fly ash tipe C. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 3(1), 484–487.  
<https://doi.org/10.25105/psia.v3i1.13094>
- Qomaruddin, M., Umam, K., & Adi, Y. (n.d.). *Effect of calcium oxide material on the setting time of geopolymer and conventional concrete pastes pengaruh bahan kalsium oksida pada waktu pengikatan pasta beton geopolimer dan konvensional*. 19. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol19.iss2.art8>
- Saputra, W. A., Anisah, A., & Saleh, R. (2020). Pemanfaatan limbah karbit sebagai bahan tambah pada mortar ditinjau dari kuat tekan. *Jurnal PenSil*, 9(3), 146–151.  
<https://doi.org/10.21009/jpensil.v9i3.16454>
- Setiawati, M., Martini, S., & Nurulita, R. (2022). Variasi molaritas naoh dan alkali aktivator beton geopolimer. *Jurnal Deformasi*, 7(1), 56.  
<https://doi.org/10.31851/deformasi.v7i1.7983>
- Sofian, A., Santoso, G. B., Setiawan, D. J., Setyaningrum, F. A., Murtopo, A., & Darajat, A. R. (2022). Studi kuat tekan self compacting concrete dengan campuran limbah karbit dan limbah marmer pada umur 7 hari. *Reviews in Civil Engineering*, 6(1), 41.  
<https://doi.org/10.31002/rice.v6i1.5831>