

## PAPER NAME

**20. PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH  
DAN ABU DAUN BAMBU TERHADAP KUA  
T TEKAN BETON GEOPOLIMER - KoNTEK  
S 16**

---

## WORD COUNT

**4877 Words**

## CHARACTER COUNT

**27249 Characters**

## PAGE COUNT

**10 Pages**

## FILE SIZE

**343.2KB**

## SUBMISSION DATE

**Jan 19, 2023 1:41 AM GMT+8**

## REPORT DATE

**Jan 19, 2023 1:41 AM GMT+8**

---

● **24% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 22% Internet database
- 3% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 14% Submitted Works database

● **Excluded from Similarity Report**

- Bibliographic material
- Quoted material
- Cited material
- Small Matches (Less than 15 words)
- Manually excluded sources

# PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH DAN ABU DAUN BAMBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER

Parea Rusan Rangan<sup>1\*</sup>, Ermitha Ambun<sup>2</sup>, Yohans Sunarno<sup>3</sup>, Rael Rabang Matasik<sup>4</sup>, Marsel Geraldo Talebong<sup>5</sup>

<sup>1\*,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Makale Tana Toraja, Sulawesi Selatan

e-mail: [pareausanrangan68@gmail.com](mailto:pareausanrangan68@gmail.com)

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan

e-mail: [marseltalebong@gmail.com](mailto:marseltalebong@gmail.com)

## ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya bidang teknologi bahan konstruksi. Oleh karena itu, beberapa inovasi dilakukan seperti misalnya penggunaan limbah atau bahan alami yang selama ini belum dimanfaatkan sebagai pengganti material semen. Tujuan ini untuk mengetahui pengaruh beton geopolimer berbahan baku *Fly Ash* dan abu daun bambu terhadap kuat tekan beton. Beton geopolimer dibuat beberapa variasi campuran menggunakan alkalin aktivator KOH sebesar 8M, 10M dan 12M. Benda uji yang digunakan memiliki panjang rusuk 5 cm dan silinder yang berdiameter 10 cm panjang 20 cm yang masing-masing akan diuji pada usia 3, 7, 14, dan 28 hari. Mix desain variasi campuran dengan perbandingan *Fly Ash* dengan abu daun bambu 50%–50% 8M atau 448gr/M KOH, 75%–25% 10M atau 560gr/M KOH, 85%–15% 12M atau 672gr/M KOH. Untuk campuran 100% *Fly Ash* dan bambu benda uji kubus menggunakan 10M atau 560gr/M KOH. Penelitian ini menggunakan SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton benda kubus usia 3 hari mencapai tingkat tertinggi 1,28Mpa, 7 hari 2,60Mpa, 14 hari 3,80Mpa, 28 hari 5,60Mpa. Sedangkan untuk benda uji silinder usia 3 hari 3,18Mpa, 7 hari 3,95Mpa, 14 hari 4,59Mpa, dan 28 hari 7,01Mpa. Dapat disimpulkan beton geopolimer berbahan baku *Fly Ash* dan abu daun bambu memiliki kuat tekan maksimal saat berusia 28 hari. Pada benda uji kubus kuat tekan maksimal pada beton berusia 28 hari dengan campuran alkalin aktivator 10M atau 560Gr/M KOH mencapai 5,60Mpa dan benda uji silinder dengan campuran alkalin aktivator 12M atau 672gr/M KOH mencapai 7,01Mpa.

Kata kunci: Abu Daun Bambu, Beton Geopolimer, Fly Ash, Kalium Hidrosida.

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya bidang teknologi bahan konstruksi. Oleh karena itu, beberapa inovasi dilakukan seperti misalnya penggunaan limbah atau bahan alami yang selama ini belum dimanfaatkan sebagai pengganti material semen. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan material struktur yang memiliki kualitas yang baik dan metode serta ekonomis atau upaya untuk melakukan efisiensi dan efektifitas dengan kualitas yang baik. Bahan konstruksi yang sering digunakan yaitu beton karena memiliki keistimewaan seperti misalnya mudah dibentuk, nilai kuat tekan yang tinggi, tahan (*durable*) serta perawatan yang sederhana dan relatif murah. Selain itu, juga karena menggunakan bahan dasar dari bahan lokal seperti misalnya pasir dan batu pecah yang dihasilkan dari sedimen sungai sebagai campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen dan air sebagai bahan pengikat. (Tjokrodiljo, 1992). Hal lain yang mendasari pemilihan beton sebagai bahan konstruksi, karena cenderung lebih efektifitas dan efisiensi dibanding konstruksi lainnya. Secara umum, bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*), dan memiliki keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) sesuai kebutuhan konstruksi. Adapun beton yang bermutu baik, mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mempunyai kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan). Namun memiliki beberapa kelemahan antara lain lemah terhadap kuat tarik, mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sulit kepad air secara sempurna, dan bersifat getas atau mudah patah. (Tjokrodiljo, 1996). Dalam perkembangan teknologi beton, berbagai usaha untuk memperbaiki sifat-sifat beton. Menurut Cain (1994: 500-508) menyatakan bahwa salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan penyusun beton adalah bahan tambah mineral (*additive*) berupa bahan tambah mineral, seperti misalnya *pozzollan*, *Fly Ash*, *slag*, *silica fume*, dan sebagainya. Menurut Dipohusodo (1994), salah satu upaya pengembangan beton ialah memperbaiki sifat mekanik beton itu sendiri, karena kuat tarik beton berkisar antara 9%-15% dari kuat desaknya sendiri. Oleh karena itu, penulis akan bereksperimen dengan menguji secara laboratoris terhadap penggunaan abu sisa pembakaran batubara atau abu terbang (*Fly Ash*) sebagai bahan pembuatan geopolimer. Abu terbang (*Fly Ash*) pembakaran batubara PLTU. *Fly Ash* merupakan limbah yang dikategorikan sebagai B3 karena terdapat kandungan oksida logam berat yang akan mengalami pelindihan secara alami dan mencemari lingkungan. Istilah B3 berarti bahan berbahaya dan beracun sebagai residu dari usaha atau kegiatan yang

menggunakan bahan berbahaya (beracun) karena sifat atau konsentrasinya dan jumlahnya yang berdampak baik secara langsung maupun tidak terhadap pencemaran lingkungan yang bersifat kerosit atau membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia serta makhluk hidup lain. Selain itu, kuantitas *Fly Ash* yang cukup besar membutuhkan pengelolaan atau pemanfaatan sekaligus pencegahan terhadap pencemaran lingkungan, terutama pencemaran udara dan air yang berdampak terhadap penurunan kualitas ekosistem.

Pemanfaatan material buangan (limbah) dan material lokal pada penelitian yang bersifat inovatif dan aplikatif bertujuan mengatasi masalah yang ada. Abu terbang adalah salah satu hasil produk sisa pembakaran batubara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Silika dan Alumina yang terkandung dalam fly ash ini, dapat bereaksi dengan cairan alkalin dalam menghasilkan bahan pengikat (binder). Cairan alkalin Natrium Silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan Natrium Hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) sebagai aktivator yang digunakan untuk mengaktifkan Si dan Al yang terdapat dalam fly ash, berfungsi mempercepat reaksi polimerisasi dan mereaksikan unsur-unsur tersebut. Dengan rasio tertentu, alkalin aktivator dapat menghasilkan ikatan polimer yang memberikan kekuatan pada mortar atau pada beton. Semakin kuat ikatan polimer yang terbentuk maka akan semakin besar pula memberi kekuatan. Rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$ , menjadi salah satu faktor yang memberi kekuatan pada mortar dan beton yang menggunakan geopolimer fly ash sebagai pengikat. Mortar dan beton yang dibuat dengan geopolimer fly ash memiliki karakteristik fisik menyerupai mortar dan beton yang berbahan semen namun rendah energi. (Mizwar, Tumpu & Rangan, Pare Rusan, 2022)

Mortar atau spesi adalah campuran semen, pasir dan air serta bahan perekat, dan diaduk sampai homogen. Mortar merupakan bahan bangunan berbahan dasar semen yang digunakan sebagai "perekat" untuk membuat struktur bangunan. (Rangan, Pare Rusan, Dkk 2022).

Beton geopolimer merupakan beton geosintetik yang tidak menggunakan semen sebagai bahan dasar, tetapi menggunakan bahan pozzolan berupa fly ash yang banyak mengandung unsur alumina (Al) dan silika (Si) di mana unsur ini sangat memegang peranan penting dalam mempengaruhi karakteristik beton geopolimer. Geopolimer sendiri adalah material baru tahan api dan panas, pelapis, dan perekat aplikasi obat, keramik suhu tinggi, pengikat baru untuk komposit serat tahan api, beracun dan radioaktif enkapsulasi limbah, dan semen baru untuk beton. Dalam pembuatan geopolimer dibutuhkan larutan alkali yang berfungsi sebagai pengaktif reaksi polimerisasi dari silika (Si) dan alumina (Al) yang terkandung dalam fly ash. Larutan alkali yang umum digunakan adalah natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) atau kalium hidroksida ( $\text{KOH}$ ) dengan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) atau kalium silikat. "Teknologi Beton" 57. Dalam proses geopolimer, terjadi reaksi kimia antara aluminasilikat oksida ( $\text{Si}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dengan alkali polisilikat yang menghasilkan ikatan polimer Si-O-Al. Polisilikat umumnya berupa natrium atau kalium silikat yang diperoleh dari industri kimia atau bubuk silika halus sebagai produk sampingan dari proses ferro-silicon metallurgy. (Hamdi, Fauzan & Rangan, Pare Rusan, 2022).

Fly ash atau abu terbang merupakan sisa-sisa pembakaran batu bara yang pada umumnya dihasilkan oleh pabrik dan PLTU. Fly ash berbentuk bubuk yang halus. Fly ash merupakan material dengan sifat pozzolanik yang baik. Kandungan fly ash sebagian besar terdiri dari oksida-oksida silika ( $\text{SiO}_2$ ), aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), dan kalsium ( $\text{CaO}$ ), serta potasium, sodium, titanium, dan sulfur dalam jumlah sedikit (Nugraha & Antoni, 2007). Ada beberapa zat senyawa kimia yang berada pada abu terbang yaitu: Silika Dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), Aluminium Oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), karbon dalam bentuk batu bara, Besi Oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Sulfur "Teknologi Beton" 59 Trioksida ( $\text{SO}_3$ ), dan lain – lain. (Hamdi, Fauzan & Rangan, Pare Rusan, 2022)

Selain *Fly Ash*, juga dapat menggunakan abu daun bambu yang mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) bersifat reaktif atau bereaksi menjadi bahan yang keras dan kaku. Oleh karena itu, hasil pembakaran daun bambu dapat digunakan sebagai bahan campuran pada beton. Dipilihnya abu daun bambu sebagai substitusi pada penelitian ini menggunakan paradigma hasil penilitan Dwivedi et al. (2006) yang menyebutkan bahwa abu daun bambu memiliki sifat *pozzoland*. Amu & Adetuberu (2010) juga menyebutkan dengan pembakaran daun abu bambu pada suhu  $600^\circ\text{C}$  selama 2 jam menghasilkan silika sebesar 75.9%. Paparan diatas, memotivasi penulis untuk menguji pengaruh penggunaan *Fly Ash* dan abu daun bambu terhadap kuat beton melalui penelitian laboratorium sebagai bahan pengganti semen pada beton. Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi permasalahan yang ditimbulkan oleh *Fly Ash* dan memanfaatkan daun bambu yang selama ini belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Secara khusus, untuk memperbaiki sifat-sifat mekanik beton dari aspek kuat tekan beton. Selain itu, juga untuk menekan biaya pembuatan beton agar lebih murah (ekonomis). Persentase penggunaan *Fly Ash* pada campuran beton dibuat bervariasi untuk menjaga mutu beton. Berdasarkan uraian latar belakang masalah penulisan diatas, maka yang menjadi tujuan penulisan ini yaitu untuk mengetahui karakteristik fisik agregat yang digunakan sebagai material pembentuk beton geopolimer, dan mengetahui pengaruh penggunaan fly ash dan abu daun bambu sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan beton geopolimer.

## 2. LANDASAN TEORI

Beton merupakan material komposit yang terdiri dari unsur-unsur agregat kasar, agregat halus, semen dan air yang bereaksi secara kimia (hidrolis), yang kemudian mengikat butiran-butiran dari agregat menjadi satu sehingga terbentuklah beton yang menyatu (monolit). Bahan dasar pembentuk beton yaitu semen, agregat dan air, setelah dicampuri merata menghasilkan suatu campuran plastis (antara cair dan padat) dimana akan menjadi keras setelah terjadi proses kimia semen dan air.

17 Beton geopolimer adalah beton yang menggunakan fly ash sebagai bahan pengganti sebagian semen. Sehingga karakteristik beton geopolimer (setting time & kuat tekan) sangat dipengaruhi oleh karakteristik fly ash (fisik, nilai pH, & kandungan kimia). Karena fly ash berasal dari pembakaran batu bara, maka perbedaan pada karakteristik fly ash ini disebabkan oleh asal batu bara, teknik pembakaran batu bara, kandungan mineral batu bara, metode pengumpulan batu bara, lama waktu penyimpanan batu bara di stock pile, dan periode pengambilan sampel batu bara (Ekaputri, Priadana, Susanto & Junaedi, 2013). Hal lain yang turut mempengaruhi karakteristik fly ash adalah larutan alkali yang digunakan sebagai pengaktif reaksi polimerisasi dari alumina (Al) dan silika (Si) yang terkandung dalam fly ash. Senyawa alkali yang digunakan adalah natrium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). (Hamdi, Fauzan, & Rangan, Pare Rusan, 2022).

1 Menurut SNI 2847:2013, beton merupakan campuran semen *portland* atau semen *hidrolis* lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Seiring dengan penambahan usia, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (*f<sub>c</sub>*) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik, oleh karena itu beton banyak dipergunakan sebagai jenis struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Beton ialah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan dengan atau bahan tambah (*admixture*) apabila diperlukan. Semen dan air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, agregat kasar dan halus berfungsi sebagai bahan pengisi dan penguat. Variasi ukuran agregat dalam suatu campuran harus mempunyai gradasi yang baik sesuai dengan standar analisa saringan dari *America Society of Testing Materials* (ASTM). Bahan-bahan yang dipilih sesuai dengan kebutuhan yang direncanakan, karena akan berpengaruh terhadap konstruksi dari segi kemudahan pengerjaan (*workability*). Sedangkan aspek kemudahan pengerjaan, terdapat berbagai variasi yang memenuhi antara lain segi kualitas, harga dan mutu beton.

Bahan pembuatan beton meliputi:

- a) Semen *Portland*
- b) Agregat
  - 1) Agregat Kasar
  - 2) Agregat Halus
- c. Air
- d. Bahan Tambahan

Selain bahan-bahan yang dipaparkan diatas, beton juga membutuhkan alkalin yang biasa dipergunakan dalam pembuatan geopolimer antara lain:

- 1) Sodium silikat: berfungsi polimerisasi. lebih cepat pada larutan alkali yang mengandung hidroksida.
- 2) Natrium Hidroksida (NaOH) atau soda kaustik atau sodium hidroksida berfungsi mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam fly untuk menghasilkan ikatan polimer.
- 3) Kalium Hidroksida (KOH): berfungsi untuk mereaksikan Al dan Si (*Fly Ash*) menghasilkan ikatan polimer..

2 KOH memiliki massa relatif atom 56 gram/Mol.

Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mencapai final setting, artinya beton telah mengeras agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Adapun tujuan *curing* untuk menjaga kelembaban dan suhu beton supaya beton tidak terlalu cepat kehilangan air, segera setelah proses finishing beton selesai. *Curing* beton dilakukan segera setelah pembukaan cetakan, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton. SNI 03-2847-2002 mensyaratkan acuan pelaksanaan *curing*/perawatan beton untuk menjaga dan menjamin mutu pelaksanaan pembetonan.

Terdapat beberapa metode untuk perawatan beton antara lain:

- 1) Perawatan Kering (*Curing* Udara)
- 2) Perawatan Basah (*Curing* Air):.
- 3) Perawatan panas (*Curing* Oven):.

Waktu *curing* paling crucial yaitu setelah beton mencapai *final setting* (beton telah mengeras) sampai dengan minimal 7 hari (*initial curing*). Hal ini disebabkan selama waktu itu (*time of initial curing*) material-material pembentuk beton mengalami proses hidrasi secara aktif. Beton harus dirawat minimal selama 7 hari dengan perawatan minimal tersebut, maka beton akan memiliki kekuatan dan absorpsi yang relatif sama dengan beton yang mendapatkan perawatan yang menerus selama 28 hari. Hal ini berdasarkan sampel yang mendapatkan perawatan kurang dari 7 hari akan memiliki absorpsi yang kecil dibandingkan dengan absorpsi yang dimiliki oleh sampel yang dirawat lebih dari 7 hari sampai 28 hari yang relatif sama harganya. Oleh karena itu, perawatan dilakukan minimal selama 7 hari dan beton berkekuatan awal tinggi minimal selama 3 hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat (Mulyo, T., 2003).

Menurut Mulyono (2005), *Fly Ash* merupakan butiran halus hasil residu pembakaran batubara. *Fly Ash* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu abu terbang yang normal dihasilkan dari pembakaran batubara antrasit atau batu bara *bitomius* dan abu terbang kelas C yang dihasilkan dari batu bara jenis lignite atau *subbitomius*.

Abu daun bambu sebagai bahan pengganti pasir dalam campuran beton yang dapat mempengaruhi modulus elastisitas karena mengandung *Silica* (SiO<sub>2</sub>) sebagai pozzolan reaktif. Abu daun bambu yang ditumbuk akan didapatkan

ukuran partikel yang tepat karena ukuran partikel abu daun bambu mempengaruhi *workability* dan kekuatan beton. Abu daun bambu mampu untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen parsial dan mengurangi penggunaan sumber daya alam dalam proses pembuatan semen. (Raharja 2013). Dalam penulisan dan penelitian eksperimental di laboratorium akan menggunakan abu daun bambu yang lolos saringan nomor 100 (0,015”).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian laboratorium ini akan menggunakan *Fly Ash* jenis C dari PLTU Punagaya Jeneponto Sulawesi Selatan dengan campuran alkalin aktivator Natrium Hidroksida (NaOH) dengan takaran yang bervariasi yakni 8M, 10M dan 12M. Selain itu, juga dipergunakan variasi usia beton yakni 3 hari, 7 hari, 14 dan 28 hari sesuai dengan ketentuan SNI 03-1968-1990. Adapun jumlah sampel yang akan digunakan dalam uji kuat tekan beton meliputi:

1. *Fly Ash* 50% dan abu daun bambu 50% serta alkalin aktivator NaOH 8M atau 448gr/M.11
  - a) Mortar 4 benda uji
  - b) Silinder 4 benda uji
2. *Fly Ash* 75% dan abu daun bambu 25% serta alkalin aktivator NaOH 10M atau 560gr/M.
  - a) Mortar 4 benda uji
  - b) Silinder 4 benda
3. *Fly Ash* 85% dan abu daun bambu 15% serta alkalin aktivator NaOH 12M atau 672gr/M
  - a) Mortar 4 benda uji.
  - b) Silinder 4 benda uji.
4. *Fly Ash* dan abu daun bambu 100% serta alkalin aktivator NaOH 10M atau 560gr/M 4 benda uji

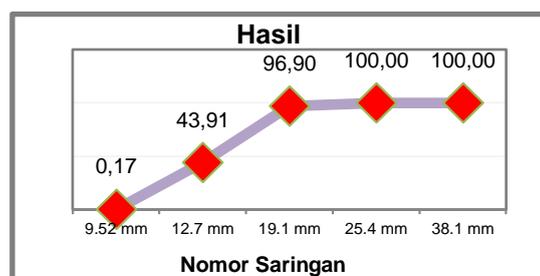
Bahan penelitian terdiri dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), *Fly Ash* dari PLTU Punagaya Jeneponto Sulawesi Selatan, air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber air PDAM Kabupaten Toraja Utara, berelang (SNI 6369-2008) untuk bahan pembuat *capping* dan Oli atau pelumas (SNI 6369-2008). Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Timbangan dengan kapasitas 100 kg, 1 set saringan, kompor gas, alat *capping* selinder beton, cetakan beton silinder dengan ukuran (15x30 cm), *Compression Testing Machine* (CTM) dengan kapasitas 2000 KN.

Perencanaan campuran beton merupakan suatu proses teoritis untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang diperlukan dalam suatu campuran beton, hal ini dilakukan agar proporsi dapat memenuhi syarat, pada tahap ini, dilakukan pembuatan *mix design* yang berdasarkan SNI 7665-2012. *Mix design* mengacu pada penelitian sebelumnya (Antoni et al., 2017). Digunakan *Fly Ash* sebanyak 300 gram. Perbandingan *Fly Ash*/pasir sebesar 0.5 maka didapatkan berat pasir sebanyak 600 gram.

Metode analisa data dari hasil pengujian beton pada umur beton 3, 7, 14, dan 28 hari dengan metode pendekatan secara matematis untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Fly Ash* dan sebagai bahan pengganti semen portland terhadap kuat tekan beton geopolimer menggunakan pendekatan secara matematis menurut (Akmaluddin dkk, 2013) yang dibandingkan dengan SK SNI T-15-1991-03 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.

### 4. PEMBAHASAN

Material yang akan dipergunakan membuat benda uji, terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia (UKI) Toraja yang terletak di Kecamatan Tallunglipu Kabupaten Toraja Utara. Hasil pemeriksaan material yang terdiri dari agregat halus dan agregat kasar kemudian dianalisa sesuai dengan SNI 03-1968-1990. Hasil analisis penyaringan gradasi agregat kasar pada zona II yang dipilih yaitu:

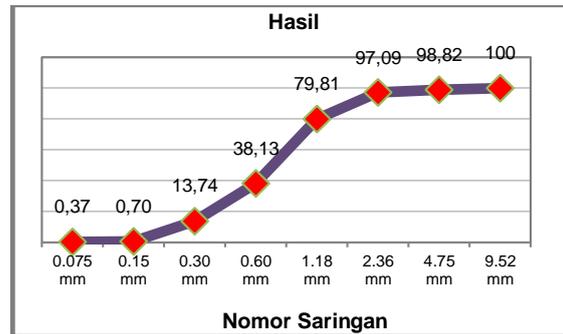


Gambar 1. Hasil Analisis Penyaringan Gradasi Agregat Kasar Zona II

Sumber: Data Primer Penelitian

Pada Gambar 1 menunjukkan Hasil dari Analisis Penyaringan gradasi agregat aksar pada Zona II.

Adapun hasil analisis penyaringan gradasi agregat halus zona II yang dipilih yaitu:



Gambar 2. Hasil Analisis Penyaringan Gradasi Agregat Halus Zona II

Sumber: Data Primer Penelitian

Pada Gambar 2, menunjukkan Hasil Analisis Penyaringan Gradasi Agregat Halus Zona II.

Adapun komposisi campuran untuk benda uji kubus (mortar) baik yang menggunakan *curing* air maupun *curing* udara/oven yang dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu:

Tabel 1. Komposisi Campuran Kubus (Mortar)

PRESENTASE CAMPURAN		BERAT		KOH (gram/M)	AIR (ML)
<i>Fly Ash</i>	Abu Daun Bambu	<i>Fly Ash</i>	Abu Daun Bambu		
50%	50%	0,255	0,255	448	400
75%	25%	0.383	0.128	560	500
85%	15%	0.434	0.077	672	600
100%	0%	0,510	0	560	600

Sumber: Data Primer Penelitian

Sedangkan untuk benda uji silinder baik yang menggunakan *curing* air maupun *curing* udara/oven dapat dilihat pada Tabel 2 yakni:

Tabel 2. Komposisi Campuran Silinder

PRESENTASE CAMPURAN		BERAT		KOH (gram/M)	AIR (ML)
<i>Fly Ash</i>	Abu Daun Bambu	<i>Fly Ash</i>	Abu Daun Bambu		
50%	50%	0.321	0.321	448	1.200
75%	25%	0.481	0.160	560	1.300
85%	15%	0.545	0.096	672	1.400

Sumber: Data Primer Penelitian

Hasil uji kuat tekan beton geopolimer benda uji kubus yang menggunakan komposisi 3 variasi usia 3, 7, 14 dan 28 hari dari *curing* air dan *curing* udara sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer Kubus

Usia	Mol	Curing Air		Curing Udara	
		Beban (N)	F <sup>1</sup> C (Mpa)	Beban (N)	F <sup>1</sup> C (Mpa)
3 Hari	8	3.000	1,20	3.000	1.20
	10	3.000	1,20	3.500	1.40
	12	3.200	1,28	3.500	1.40

	10	3.500	1,40	-	-
7 Hari	8	6.000	2,40	5.100	2.04
	10	5.000	2,00	5.000	2.00
	12	6.500	2,60	9.000	3,60
	10	6.000	2,40	-	-
14 Hari	8	8.000	3,20	8.900	3.56
	10	8.000	3,20	9.000	3.60
	12	9.500	3,80	10.000	4.00
	10	10.000	4,00	-	-
28 Hari	8	13,000	5,20	13.000	5.20
	10	13,000	5,20	13.500	5.40
	12	14,000	5,60	15.000	6.00
	10	14,000	5,60	-	-

Sumber: Data Primer Penelitian

Pada Tabel 3, menunjukkan Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer dalam Bentuk Kubus dalam 3 variasi usia 3, 7, 14, dan 28 hari.

Hasil uji kuat tekan beton geopolimer benda uji silinder yang menggunakan komposisi 3 variasi usia 3, 7, 14 dan 28 hari dari curing air dan curing udara yang dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer Silinder

Usia	Mol	Curing Air		Curing Udara	
		Beban (N)	F <sup>1</sup> C (Mpa)	Beban (N)	F <sup>1</sup> C (Mpa)
3 Hari	8	20,000	2.55	20,000	2.55
	10	25,000	3.18	20,000	2.55
	12	25,000	3.18	25,000	3.18
7 Hari	8	30,000	3.82	35,000	4.46
	10	30,000	3.82	35,000	4.46
	12	31,000	3.95	40,000	5.10
14 Hari	8	35,000	4.46	40,000	5.10
	10	34,000	4.33	45,000	5.73
	12	36,000	4.59	50,000	6.37
28 Hari	8	50,000	6.37	55,000	7.01
	10	50,000	6.37	50,000	6.37
	12	55,000	7.01	60,000	7.64

Sumber: Data Primer Penelitian

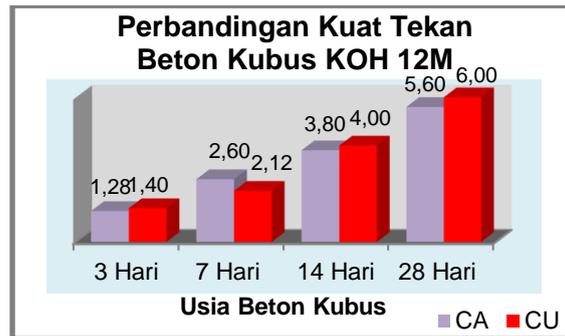
Dari seluruh uji kuat tekan beton geopolimer baik yang berbentuk kubus (mortar) maupun silinder dengan berbagai variasi penggunaan alkaline aktivator serta *curing* air dan *curing* udara dapat disimpulkan bahwa penggunaan alkaline aktivator Kalium Hidrosida KOH 12M atau 672Gr/M dengan *curing* udara dan oven memiliki kuat tekan yang relatif optimal dibanding benda uji lainnya. Untuk mengetahui keseluruhan perbedaan kuat tekan beton geopolimer yang menggunakan alkaline aktivator KOH 12Mol antara *curing* udara dan air dengan *curing* udara/oven sebagai berikut:

Tabel 5. Perbedaan Kuat Tekan Beton Geopolimer Kubus Menggunakan aktivator KOH 12Mol

Curing	3 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari
Udara/Air	1,28	2.60	3.80	5.60
Udara/Oven	1,40	2.12	4.00	6.00
<b>Terkoreksi</b>	<b>0,28</b>	<b>-0,48</b>	<b>0,20</b>	<b>0,40</b>

Sumber: Data Primer Penelitian

Pada Tabel 5, dapat dilihat Hasil dari Perbedaan Kuat Tekan Beton Geopolimer Benda uji Kubus Menggunakan Aktivator KOH 12 Mol.



Gambar 3. Perbandingan Kuat Tekan Beton Kubus KOH 12M

Pada Gambar 3, dapat dilihat perbandingan Kuat Tekan Beton Benda Uji Kubus dengan KOH 12M pada setiap usia beton dari 3, 7, 14, dan 28 hari.

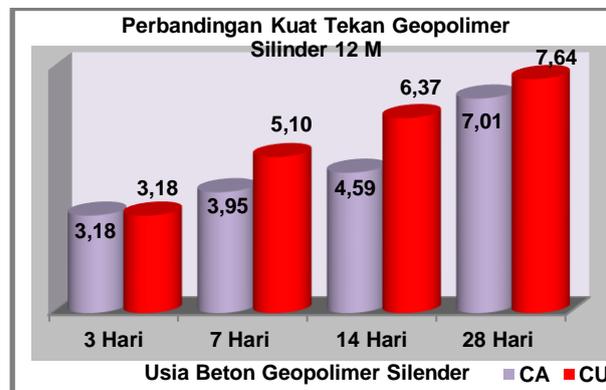
Dari hasil perbandingan kuat tekan beton mortar yang menggunakan komposisi sama yakni 85% Fly Ash dan 15% abu daun bambu serta alkalin aktivator Kalsium Hidroksida (KOH) 12 M atau 672 Gr/M diatas menunjukkan bahwa kuat tekan curing udara dan oven cenderung lebih kuat dibanding dengan curing udara dan air. Hal ini mengindikasikan bahwa kuat tekan geopolimer selain dipengaruhi komposisi Fly Ash dan abu daun bambu juga dipengaruhi oleh curing.

Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan kuat tekan beton geopolimer benda uji silinder yang menggunakan komposisi sama yaitu 85% Fly Ash dan 15% abu daun bambu serta alkaline aktivator Kalsium Hidroksida (KOH) 12 M atau 672Gr/M, tetapi dengan curing berbeda hasilnya yang dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut:

Tabel 6. Perbedaan Kuat Tekan Beton Geopolimer Silinder Menggunakan aktivator KOH 12Mol

Curing	3 Hari	7 Hari	14 Hari	28 Hari
Udara/Air	3.18	3.95	4.59	7.01
Udara/Oven	3.18	5.10	6.37	7.64
Terkoreksi	0,00	1,05	1,78	0,63

Sumber: Data Primer Penelitian



Gambar 4. Perbandingan Kuat Tekan Beton Silinder KOH 12M

Pada Gambar 3, dapat dilihat perbandingan Kuat Tekan Beton Benda Uji Silinder dengan KOH 12M pada setiap usia beton dari 3, 7, 14, dan 28 hari.

Tabel dan grafik perbandingan uji kuat tekan antara percobaan tahap I dengan tahap II menunjukkan bahwa uji coba laboratorium tahap kedua cenderung memiliki kuat tekab lebih optimal dibanding uji coba tahap I. Adapun peningkatan kuat tekan sebagai koreksi kuat tekan akhir berkisar antara 0,19Mpa sampai dengan 0,38Mpa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton geopolimer berbahan baku Fly Ash dengan komposisi alkaline aktivator NaOH 12 Mol atau 480Gr/Mol serta curing udara dan oven cenderung memiliki kuat tekan lebih optimal.

Dari pembahasan hasil penelitian laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia (UKI) Toraja menunjukkan bahwa beton geopolimer berbahan baku utama Fly Ash dan alkalin aktivator NaOH cenderung memiliki kuat tekan lebih optimal pada saat usia beton 28 hari yang menggunakan komposisi alkalin aktivator NaOH 12 Mol atau 480Gr/Mol serta curing udara/oven. Kuat tekan beton geopolimer hasil mix desain dan komposisi dalam penelitian memiliki rata-rata kuat tekan kurang dari 10Mpa dikategorikan sebagai beton struktur sederhana. Umumnya, beton

kelas I (sampai 10MPa) atau kriteria K-100 digunakan bukan pekerjaan pembangunan non struktural atau sebagai beton sederhana.

Dengan demikian, hasil uji kuat tekan beton yang menggunakan Fly Ash 100% dan alkalin aktivator Natrium Hidroksida (NaOH) serta agregat halus dan agregat kasar yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia (UKI) Toraja menunjukkan bahwa beton geopolimer yang menggunakan Fly Ash memiliki kuat tekan kurang dari 10Mpa sehingga dikategorikan sebagai beton sederhana struktur atau beton kelas I yang memiliki kuat tekan antara 1Mpa sampai 10Mpa atau beton kelas I dengan kriteria K-100 yang dapat dimanfaatkan pada proses pembangunan non struktural atau beton sederhana < 10 Mpa. Pelaksanaan untuk pembangunan kelas I ini tidak membutuhkan kemampuan khusus.

## 5. KESIMPULAN & SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh beton geopolimer *Fly Ash* dan abu daun bambu di laboratorium Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia (UKI) Toraja dapat disimpulkan bahwa:

### Kesimpulan :

- 1) Uji kuat tekan beton geopolimer menunjukkan bahwa benda uji yang berusia 28 hari memiliki tingkat kuat tekan beton yang optimal dimana mortar yang memiliki panjang rusuk 50 Cm mencapai 5,60Mpa dan benda uji silinder mencapai 7,01Mpa. Kubus mencapai titik kuat tekan optimal saat komposisi campuran 85% dan 100% *Fly Ash* dan abu daun bambu serta penggunaan alkalin aktivator KOH 10M atau 560Gr/M dan 12M atau 672Gr/M. Sedangkan benda uji silinder mencapai titik kuat tekan optimal saat menggunakan komposisi campuran 85% *Fly Ash* dan abu daun bambu dengan penambahan larutan alkalin aktivator KOH 12M atau 672Gr/M.
- 2) Dari hasil uji kuat tekan geopolimer *Fly Ash* dan abu daun bambu menunjukkan bahwa unsur kimia beton geopolimer memenuhi ketentuan sesuai SNI 03-1974-1990 sehingga beton geopolimer dapat digunakan sebagai material bahan bangunan.

### Saran :

Berdasarkan simpulan hasil penelitian terhadap uji kuat tekan beton geopolimer berbahan *Fly Ash* dan abu daun bambu, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

- 1) *Fly Ash* dan abu daun bambu dapat dimanfaatkan sebagai geopolimer, tetapi lebih perlu pengkajian tindak lanjut mengenai standar kelayakan dan uji kerosit terhadap perubahan cuaca.
- 2) Perlu juga dilakukan standarisasi produk semen geopolimer seperti layaknya semen portland dengan pengujian-pengujian lebih lanjut

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee. (2010). ACI 522R-10, *Repot on Pervious Concrete, USA: American Concrete Institute.*
- Alfiandinata (2020), *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton*, Skripsi: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram
- Amu, O., & Adetuberu, A. (2010). *Characteristics of Bamboo Leaf Ash Stabilization on Lateritic Soil in Highway Construction*. International Journal of Engineering and Technology. Obafemi Awolowo University.
- Arifi, E., Zacob, Achfas. & Shigeishi, Mitsuhiro. (2014). *Effect Of Fly Ash On The Strength Of Concrete Made From Recycled Aggregate By Pulsed Power*. Jurnal: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- ASTM C 618-05. (2005). *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. ASTM International.
- Brouwer, Peter. (2010), *Theory of XRF : Getting Acquainted With The Principles* Netherlands: PANalytical BV.
- Diana, Anita Intan Nura, dkk. (2020) *Penambahan Abu Daun Bambu Sebagai Substitusi Material Semen Terhadap Kinerja Beton*, Jurnal Paduraksa: Volume 9 Nomor 2, Desember 2020 Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wiraraja, Sumenep, Jawa Timur.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 18 Tahun 1999 Tentang *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun*.
- Tennis, Paul D., Leming, Michael L. & Akers, David J. (2004). *Pervious Concrete Pavements*. USA: Portland Cement Association.
- Tjokrodiluljo K (2007), *Teknologi Beton*. Yogyakarta: KMTS FT UGM.
- Wardani, Sri Prabandiyani Retno. (2008). *Pemanfaatan Limbah Batubara (Fly Ash) Untuk Stabilisasi Tanah Maupun Keperluan Teknik Sipil Lainnya Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan*. Jurnal: Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
- Departemen Pekerjaan Umum, SNI 03-1974-1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Hidayat, Taufik Faturohman (2021), *Pengaruh Penambahan Abu Arang Bambu Sebagai Bahan Tambah Pada Semen*

- Terhadap Kuat Tekan Beton Normal, Akselerasi: Teknik Sipil, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya*  
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil: Volume 3, No. 1, Agustus 2021
- Laksana, Bayu Aulia (2020), *Pengaruh Penambahan Abu Daun Bambu Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Fc' 24,9 Mpa*, Skripsi: akultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang
- NRMCA Committee. (2004). *“What, Why, and How? Pervious Concrete” Concrete in Practice series, CIP 38. NRMCA (National Ready Mixed Concrete Association)*. Silver Spring. Maryland.
- Rangan, Parea Rusan & Tumpu, Miswar (2022) *“Konsep Dasar Geopolimer. Bahan Pengikat yang Ramah Lingkungan.”*. Innosaint, Graha Ilmu, Yogyakarta. ISBN 978-602-6542-74-8.
- Hamdi, Fauzan & Rangan, Parea Rusan (2022) *“Teknologi Beton”*. Tohar Media, Makassar. ISBN 978-623-5603-29-2.
- Rangan, Parea Rusan Dkk (2022). *“Mortar Geopolimer Abu Sekam Padi Berbahan Dasar Limbah Abu Batu Bara Hasil Pembakaran Asphalt Mixing Plant”*. Dynamic Saint, V(1). Pp. 927-938. ISSN 2722-5364



● **24% Overall Similarity**

Top sources found in the following databases:

- 22% Internet database
- 3% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 14% Submitted Works database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

<b>1</b>	<b>Universitas Atma Jaya Yogyakarta on 2019-04-26</b> Submitted works	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>digilib.unila.ac.id</b> Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>knpts.ftsl.itb.ac.id</b> Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repository.univ-tridianti.ac.id</b> Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>es.scribd.com</b> Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>grahailmu.id</b> Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>eprints.unram.ac.id</b> Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>STT PLN on 2022-07-14</b> Submitted works	<b>1%</b>

9	<b>jurnalmahasiswa.unesa.ac.id</b>	Internet	1%
10	<b>Universitas Diponegoro on 2022-04-27</b>	Submitted works	1%
11	<b>studentjournal.petra.ac.id</b>	Internet	<1%
12	<b>ejournal.unesa.ac.id</b>	Internet	<1%
13	<b>portalgaruda.ilkom.unsri.ac.id</b>	Internet	<1%
14	<b>Universitas Muhammadiyah Surakarta on 2016-10-11</b>	Submitted works	<1%
15	<b>sibima.pu.go.id</b>	Internet	<1%
16	<b>journals.ukitoraja.ac.id</b>	Internet	<1%
17	<b>Universitas Bina Darma on 2022-09-20</b>	Submitted works	<1%
18	<b>jts.itp.ac.id</b>	Internet	<1%
19	<b>slideshare.net</b>	Internet	<1%
20	<b>ejournal.lppm-unbaja.ac.id</b>	Internet	<1%

21	<b>erepo.unud.ac.id</b>	Internet	<1%
22	<b>edoc.pub</b>	Internet	<1%
23	<b>Sriwijaya University on 2020-06-17</b>	Submitted works	<1%
24	<b>jurnal.untag-sby.ac.id</b>	Internet	<1%
25	<b>repository.um-palembang.ac.id</b>	Internet	<1%
26	<b>Purdue University on 2022-10-21</b>	Submitted works	<1%
27	<b>asriportal.com</b>	Internet	<1%
28	<b>repository.upi-yai.ac.id</b>	Internet	<1%
29	<b>Universitas Pelita Harapan</b>	Submitted works	<1%
30	<b>investor.waskitaprecast.co.id</b>	Internet	<1%
31	<b>gapensijatim.org</b>	Internet	<1%