

PENGARUH SUBSTITUSI PARSIAL SERBUK CANGKANG KERANG SEBAGAI FILLER TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER

ASEP RAHMAT MARUF¹, ERMA DESIMALIANA, S.T., M.T.²

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
- Email: aseprahmatt14@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi parsial serbuk cangkang kerang terhadap kuat tekan mortar geopolimer. Beton geopolimer dipilih sebagai alternatif ramah lingkungan dari beton konvensional karena memanfaatkan bahan limbah industri seperti fly ash, sekaligus mengurangi emisi karbon. Serbuk cangkang kerang digunakan sebagai bahan substitusi karena kandungan kalsium karbonatnya yang tinggi, yang diharapkan dapat meningkatkan performa mekanik beton geopolimer.

Metode penelitian dilakukan dengan variasi persentase substitusi pasir galunggung dan serbuk cangkang kerang sebagai agregat halus. Pengujian meliputi kuat tekan pada umur 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi serbuk cangkang kerang mempengaruhi kuat tekan mortar geopolimer secara signifikan. Nilai kuat tekan maksimum dicapai pada umur 28 hari pada substitusi agregat halus pada variasi serbuk cangkang kerang 50% didapatkan kuat tekan optimum sebesar 18,193 MPa.

Kata kunci: Mortar geopolimer, serbuk cangkang kerang, fly ash, kuat tekan.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan kebutuhan bahan bangunan dalam pembangunan infrastruktur mendorong pencarian alternatif material yang ramah lingkungan. Beton geopolimer dianggap sebagai alternatif ramah lingkungan dibandingkan dengan beton konvensional berbahan semen Portland. Beton geopolimer dibuat dengan memanfaatkan bahan-bahan yang kaya akan silika dan alumina, seperti fly ash, dan metakaolin, yang bereaksi dengan activator alkali. Penggunaan beton geopolimer dapat mengurangi emisi karbon yang dihasilkan oleh industri semen, sekaligus memanfaatkan limbah industri. Limbah cangkang kerang yang dihasilkan dari industri perikanan juga menjadi permasalahan lingkungan karena belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Penelitian mengenai substitusi parsial tepung kerang dalam beton geopolimer bertujuan untuk mengeksplorasi potensi limbah cangkang kerang sebagai bahan pengganti sebagian material penyusun beton, serta untuk meningkatkan performa mekanik beton geopolimer, khususnya dalam kuat tekan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan Gedung, jembatan, jalan, dan lain lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen Portland atau semen hidrolik yang lain, kadang kadang dengan bahan tambahan (additif) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. Dengan mengacu pada SNI 2847:2013, beton struktural yang dibuat harus memenuhi persyaratan mutu dan harus diuji sesuai dengan metode pengujian yang ditentukan untuk memastikan kekuatan dan kualitasnya.

2.2 Beton Geopolimer

Beton geopolimer adalah beton yang tidak menggunakan semen Portland dalam produksinya. Pada proses pembuatannya, beton geopolimer menggunakan cairan alkali agar bereaksi dengan silika (Si) dan aluminium (Al) yang terdapat pada mineral alam seperti kaolin, tanah liat dll. Limbah seperti *fly ash*, abu sekam padi, *red mud*, dan lain-lain. Dapat digunakan sebagai bahan pengganti semen pada beton geopolimer.

Kelebihan beton geopolimer dibandingkan dengan beton konvensional adalah memiliki kekuatan yang lebih tinggi, daya tahan terhadap bahan kimia dan korosi, serta ramah lingkungan karena bahan-bahannya yang bersifat daur ulang. Selain itu, produksi beton geopolimer juga menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan produksi beton konvensional karena pengurangan penggunaan semen Portland. Namun, produksi beton geopolimer masih terbatas karena memerlukan teknologi dan peralatan yang khusus serta biaya produksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton konvensional.

2.3 Serbuk Cangkang Kerang

Cangkang kerang mengandung senyawa kimia pozzolan yaitu mengandung zat kapur (CaO), Alumina dan silika sehingga dengan harapan bahwa kulit kerang dapat meningkatkan karakteristik beton. Proses pre-treatment cangkang kerang yaitu terlebih dahulu dibersihkan, dibakar pada suhu 700°C selama 2 jam dan dihaluskan dengan menggunakan alat mortar sehingga dihasilkan serbuk kerang yang homogen akan menjadikan campuran beton yang lebih reaktif (Siregar, 2009). Serbuk cangkang kerang berpotensi sebagai bahan pengganti kapur dalam pembuatan semen karena komposisi limbah yang telah mengalami proses pembakaran dengan suhu 700°C menghasilkan CaO sebesar 55.10% (Syafpoetri, 2013). Jumlah kandungan CaO pada material prekursor ditemukan memiliki pengaruh yang besar terhadap hasil pengerasan geopolimer (Nath & Sarker, 2014).

2.4 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah kemampuan beton untuk menahan beban atau tekanan dari atas tanpa terjadi kerusakan atau deformasi yang signifikan. Kuat tekan beton diukur dalam satuan MPa (mega pascal) dan merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kualitas dan kekuatan beton.

Standar SNI (Standar Nasional Indonesia) menetapkan persyaratan minimum kuat tekan beton untuk berbagai keperluan konstruksi, seperti 20 MPa untuk beton struktur ringan, 25 MPa untuk beton struktur sedang, dan 30 MPa untuk beton struktural berat. Persyaratan kuat tekan beton yang lebih tinggi dapat ditentukan berdasarkan kebutuhan dan persyaratan khusus dari proyek konstruksi yang bersangkutan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Bahan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP), Institut Teknologi Nasional Bandung (ITENAS). Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh substitusi serbuk kerang terhadap kuat tekan pada beton geopolimer dengan berbasis fly ash. Aktivator alkali yang digunakan pada penelitian ini menggunakan NaOH 10M dengan perbandingan aktivator alkali 1:3 untuk membuat mortar. Kebutuhan prekursor (fly ash dan serbuk cangkang kerang) 60% dari berat binder, Aktivator 40% dari berat binder. Masing-masing benda uji akan dibuat sebanyak 3 sampel dengan benda uji mortar dengan ukuran 5x5x5 cm untuk pengujian kuat tekan pada umur 28 hari.

3.2 Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji beton geopolimer merupakan Langkah krusial setelah proses pembentukan untuk mencapai kekuatan optimal dan sifat-sifat yang diinginkan. Tujuan utama perawatan adalah untuk menjaga kelembaban benda uji agar reaksi polimerisasi dapat berlangsung secara efektif. Perawatan yang dilakukan pada benda uji adalah metode membrane yaitu melapisi beton dengan plastik atau lapisan yang kedap air, dimaksudkan untuk melindungi air yang terdapat didalam beton agar tidak cepat menguap keluar.

3.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton merupakan langkah penting dalam pengendalian mutu beton. Dengan mengetahui nilai kuat tekan beton, dapat memastikan bahwa struktur beton yang dibangun memiliki kekuatan dan ketahanan yang sesuai dengan perencanaan. Pengukuran kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui besar kuat tekan beton yang diperoleh dari benda uji penelitian. Kuat tekan beton adalah beban yang diberikan persatuan luas, menyebabkan benda uji mulai hancur/retak jika di-bebani dengan gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Umumnya kuat tekan beton bertambah tinggi jika bertambah umur beton.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

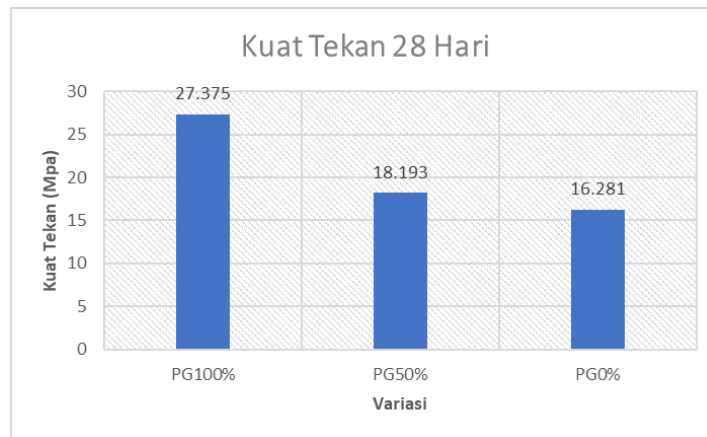
Untuk bahan penyusun pengujian mortar geopolimer tersebut meliputi agregat halus, *fly ash*, dan serbuk cangkang kerang yang merupakan bagian penting dalam membuat rencana campuran. Pada material agregat halus, dilakukan beberapa pengujian yang meliputi berat jenis, berat isi, kadar lumpur, dan analisis saringan. Pengujian juga dilakukan pada berat jenis *fly ash*, dan serbuk cangkang kerang dengan tujuan untuk memastikan bahwa material-material tersebut sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan untuk mendapatkan mortar geopolimer berkualitas tinggi.

4.3 Komposisi Mortar Geopolimer

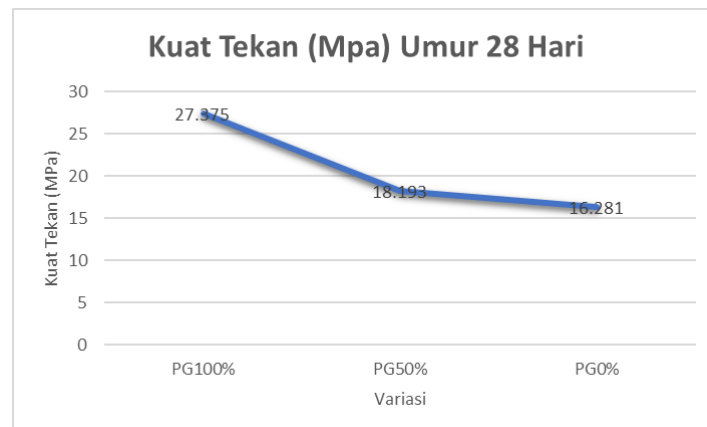
Pada penelitian ini komposisi benda uji berupa mortar terdiri dari agregat halus, *fly ash*, Serbuk cangkang kerang, dan alkali aktivator. Alkali aktivator terdiri dari larutan NaOH dan Na_2SiO_3 dengan perbandingan 1:3, adapun fungsi larutan ini untuk memudahkan penggunaan nya karena bahan NaOH dapat mengeras dengan cepat Ketika dicampur dengan *fly ash*. Komposisi agregat dan binder adalah 60%:40%, dan perbandingan *precursor* dan alkali aktivator adalah 60%:40%.

4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Hasil pengujian kuat tekan mortar geopolimer sebagai filler pada umur 28 hari dapat dilihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 1. Column Chart Hasil Pengujian Kuat tekan



Gambar 2. Line Chart Hasil Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan Mortar menunjukkan bahwa Mortar geopolimer dengan 100% pasir Galunggung memiliki kuat tekan tertinggi, yaitu 27,375 Mpa dan substitusi cangkang kerang sebagai filler 50% menghasilkan kuat tekan 18,193 MPa atau mengalami penurunan 33,5% dari mortar normal. Hal ini menunjukkan Geopolimer membutuhkan material kaya silika dan alumina agar bereaksi optimal dengan aktivator alkali. Pasir Galunggung yang berasal dari abu vulkanik memiliki kandungan silika tinggi, sehingga mendukung reaksi geopolimerisasi lebih baik dibandingkan serbuk kerang yang lebih banyak mengandung kalsium karbonat (CaCO_3).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian analisis data dan pembahasan terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, antara lain sebagai berikut:

1. Pengaruh substitusi serbuk cangkang kerang sebagai agregat halus memiliki kuat tekan Pada variasi 7 di umur 28 hari mengalami penurunan kuat tekan menjadi 16,281 MPa dengan persentase penurunan 40,5% terhadap kuat tekan normal.
2. Penggunaan 100% serbuk kerang menghasilkan kuat tekan terendah, yaitu 16.281 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk kerang sebagai material tunggal tidak dapat menggantikan peran pasir Galunggung sepenuhnya dalam memberikan kekuatan optimal pada mortar geopolimer.

5.1 Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat di berikan sebagai berikut :

1. Proses panyaringan serbuk cangkang kerang membutuhkan waktu yang cukup lama. Maka, persiapan bahan harus dilakukan dari jauh-jauh hari agar tidak menghambat proses pekerjaan pembuatan benda uji.
2. Penelitian selanjutnya bisa meneliti substitusi di agregat halus dan precursor.
3. Dalam pengerjaan lebih teliti lagi, karena beton geopolimer perlu ketelitian lebih dari segi mix design, langkah kerja, sampai proses curing pada beton geopolimer. Karena waktu ikat yang singkat mengakibatkan sulitnya proses pengerjaan pada pembuatan beton geopolimer.
4. Jika menggunakan komposisi serbuk cangkang kerang 100% maka perlu adanya penambahan material lokal lain atau zat kimia untuk memperlambat *setting time*, karena serbuk cangkang kerang memiliki kadar CaO lebih dari 90% yang menyebabkan binder cepat keras.

DAFTAR RUJUKAN

- Arbi, M. H. (2015). Pengaruh Subtitusi Cangkang Kerang Dengan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Lentera*, 15(15), 124–128.
- ASTM C136:2012. (2012). Astm C136:2012. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–24.
- Badan Standardisasi Nasional. (1997). SNI 03-4428-1997: Metode Pengujian Agregat Halus atau Pasir yang Mengandung Bahan Plastik dengan Cara Setara Pasir. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–10.
- Hardjito, D., Wallah, S. E., Sumajouw, D. M. J., & Rangan, B. V. (2004). Factors influencing the compressive strength of fly ash-based geopolymers. *Civil Engineering ...*, 6(2), 88–93. <http://www.freepatentsonline.com/article/Civil-Engineering-Dimension/170455954.html>
- Oktafianti, L. (2016). Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Porositas dan Permeabilitas Beton Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang dan NaOH 10 Molar. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 2(1), 101–108. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik-sipil/article/view/14884>
- Restu, F. S., Bayuaji, R., & Wibowo, B. (2017). Pengaruh Penggunaan Limbah Cangkang Kerang dan Fly Ash Pada Binder Geopolimer. *Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Siregar, S. M., & Dharma S, A. (2009). Pemanfaatan Kulit Kerang Dan Resin Epoksi Terhadap

- Karakteristik Beton Polimer. *Pemanfaatan Kulit Kerang Dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*.
- SNI-03-4804-1998. (1998). Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat. *Metode Pengujian Bobot Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat*, 1–6.
- SNI 1970:2016. (n.d.). *pdf-sni-1970-2016-metode-uji-berat-jenis-dan-penyerapan-air-agregat-halus_compress.pdf*.
- SNI 1971:2011. (2011). "Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan." *Badan Standarisasi Nasional*, 1–11.
- SNI 2460-2014. (2014). Spesifikasi abu terbang batubara dan pozolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozolan for use in concrete. *Sni 2460-2014*.