

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisis data maka pada penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian, substitusi agregat kasar alami dengan agregat buatan geopolimer berbasis fly ash memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton, yaitu berupa penurunan nilai kuat tekan seiring dengan meningkatnya persentase substitusi pada setiap umur pengujian. Pada umur 28 hari, beton normal (BN 0%) memiliki kuat tekan sebesar 21,97 MPa. Sementara itu, beton dengan substitusi agregat buatan geopolimer sebesar 25% (BABG 25%) menghasilkan kuat tekan sebesar 11,76 MPa atau mengalami penurunan sebesar 46,47% terhadap beton normal, sedangkan pada substitusi 50% (BABG 50%) kuat tekan yang diperoleh sebesar 8,99 MPa atau menurun sebesar 59,08%. Penurunan kuat tekan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik fisik agregat buatan geopolimer, terutama berat jenis yang lebih rendah, tingkat porositas dan daya serap air yang lebih tinggi dibandingkan agregat kasar alami, serta meningkatnya ketidakhomogenan campuran seiring bertambahnya persentase substitusi. Kondisi tersebut menyebabkan kepadatan beton berkurang dan ikatan antara pasta semen dengan agregat menjadi kurang optimal, sehingga kemampuan beton dalam menahan beban tekan mengalami penurunan. Meskipun demikian, hasil pengujian kuat tekan agregat buatan geopolimer menunjukkan nilai sebesar 36,40 MPa, yang mengindikasikan bahwa penurunan kuat tekan beton bukan disebabkan oleh rendahnya kekuatan mekanik agregat buatan, melainkan lebih dipengaruhi oleh karakteristik fisiknya dalam campuran beton.
2. Beton normal menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi pada seluruh umur pengujian. Namun, pada umur 28 hari kuat tekan yang diperoleh hanya mencapai 21,97 MPa sehingga masih belum memenuhi mutu rencana sebesar 25 MPa. Kondisi ini semakin menurun pada beton dengan substitusi agregat buatan geopolimer, di mana BABG 25% dan BABG 50% masing-masing menghasilkan

kuat tekan sebesar 11,76 MPa dan 8,99 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua variasi beton campuran belum memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai beton struktural. Meskipun demikian, beton dengan agregat buatan geopolimer masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan pada konstruksi non-struktural, seperti rabat beton, lantai kerja, atau elemen lain yang tidak memikul beban struktur utama.

5.2 Saran

Berdasarkan dari kesimpulan pada penelitian ini, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan sebaiknya menggunakan variasi persentase substitusi yang lebih kecil, seperti 5%, 10%, dan 15%, guna mengidentifikasi persentase optimum yang masih dapat mempertahankan kuat tekan beton mendekati mutu rencana yang ditetapkan.
2. Pengaruh metode dan durasi perawatan (curing) agregat buatan geopolimer terhadap kualitas ikatan pasta semen perlu dikaji lebih mendalam sebagai upaya peningkatan kuat tekan beton campuran.
3. Pada penelitian selanjutnya disarankan melakukan proses capping pada permukaan benda uji sebelum pengujian kuat tekan untuk memastikan distribusi beban yang merata sehingga hasil pengujian menjadi lebih akurat.
4. Penelitian berikutnya disarankan untuk menyertakan pengujian porositas dan daya serap air pada beton campuran, agar karakteristik durabilitas beton berbasis agregat buatan geopolimer dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.
5. Penelitian selanjutnya dianjurkan dalam kondisi laboratorium yang lebih terkendali, terutama dalam hal suhu, kelembaban, serta keseragaman proses pemadatan benda uji, guna meminimalkan variasi pada hasil pengujian.
6. Perlu dilakukan pengendalian yang lebih baik terhadap proses pencampuran beton untuk meningkatkan homogenitas campuran, sehingga distribusi material lebih merata dan proses hidrasi semen dapat berlangsung secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashad, H., Rezky Putra, M., & Utina, T. (2023). Studi Karakteristik Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash. *Jurnal Teknik Sipil*, 30(3), 379–384. <https://doi.org/10.5614/jts.2023.30.3.6>
- Aulia, S. A. (2025). *Perbandingan Kekuatan Beton Mengandung Agregat Kasar Buatan Semen Dan Agregat Aksar Buatan Geopolimer. 1*, 61–67.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). SNI 15-2049 Semen Portland. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 10(1), 1–128.
- Bumulo, N., & Rusnadin, N. W. (2018). Analisa Agregat Halus Pasir Zona III Dengan Agregat Kasar Ukuran 20 mm Dan 40 mm Untuk Uji Kuat Tekan Mutu Beton Pada Campuran Beton Normal. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.32662/gojise.v1i1.136>
- Group, A. (2023). *Pada tahun 2023, total konsumsi agregat Indonesia mencapai sekitar 600–700 juta ton, dengan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan (CAGR) sebesar 5–7%.* https://aimix-group.id/id/industry-insights/white-paper/indonesias-sand-and-gravel-aggregate-industry/?utm_source=chatgpt.com
- Hadi, A. K., B, M. S., Febryanti, F., & Sideng, N. (2025). *Pengaruh Variasi Faktor Air Semen (FAS) dengan Semen Jenis PCC Terhadap Kuat Tekan Beton. 10*(3), 288–299.
- Harbyan Mingjos, Taufik, Y. (2024). PENGARUH PENGGUNAAN AGREGAT KASAR ALAMI (KORAL) SEBAGAI TEKAN BETON NORMAL Program Studi Teknik Sipil , Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan , Universitas Bung Hatta , Padang. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta, Padang*, 1, 1–3.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2008). *Standar Nasional Indonesia SNI 1972:2008 Cara uji slump beton Cara uji slump beton ICS 91.100.30 Badan Standardisasi Nasional.*
- Institute, A. C. (1992). *ACI 363R-92: Report on High-Strength Concrete.* American

Concrete Institute.

Institute, A. C. (2000). *ACI 318: Building Code Requirements for Structural Concrete*. American Concrete Institute.

Joseph, D. (2008). Geopolymer Chemistry and Applications, 5th edition. In *J. Davidovits.-Saint-Quentin, France* (Vol. 1, Nomor January 2008). <https://www.researchgate.net/publication/265076752>

Khotimah, H., Anggraeni, E. W., & Setianingsih, A. (2018). Karakterisasi Hasil Pengolahan Air Menggunakan Alat Destilasi. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 34. <https://doi.org/10.30872/cmg.v1i2.1143>

Le, T. H., Mai, D. L., & Ta, T. H. (2025). Effects of fly ash and ground bottom ash from thermal power plants on workability, compressive strength and durability of high performance fine-grained concrete. *Applications in Engineering Science*, 24(September), 100261. <https://doi.org/10.1016/j.apples.2025.100261>

Morsy, M. S., Alsayed, S. H., Al-Salloum, Y., & Almusallam, T. (2014). Effect of Sodium Silicate to Sodium Hydroxide Ratios on Strength and Microstructure of Fly Ash Geopolymer Binder. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39(6), 4333–4339. <https://doi.org/10.1007/s13369-014-1093-8>

Nasional, B. S. (2000a). *SNI 03-6468-2000: Tata cara perhitungan kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standardisasi Nasional.

Nasional, B. S. (2000b). Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Sni*, 3, 2834.

PLN. (2022). *Sepanjang 2022, PLN Manfaatkan Lebih Dari 2 Juta Ton FABA Untuk Bangun Infrastruktur Masyarakat*. <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2022/12/sepanjang-2022-pln-manfaatkan-lebih-dari-2-juta-ton-faba-untuk-bangun-infrastruktur-masyarakat>

PLN. (2025). *Sepanjang 2024, 3,4 Juta Ton FABA dari PLN Dimanfaatkan Jadi Berbagai Bahan Pendukung Infrastruktur Masyarakat*. <https://web.pln.co.id/cms/media/siaran-pers/2025/02/sepanjang-2024-34-juta-ton-faba-dari-pln-dimanfaatkan-jadi-berbagai-bahan-pendukung-infrastruktur-masyarakat/>

- Rathore, S. S., & Meesala, C. R. (2025). Influence of recycled coarse aggregate on properties of fly ash and slag-based geopolymer concrete cured under oven and ambient temperature. *World Journal of Engineering*, 22(3), 495–513. <https://doi.org/10.1108/WJE-12-2023-0524>
- Samsul, S., Mustakim, M., & Kasmaida, K. (2023). Pengaruh Ukuran Butir Agregat Kasar Terhadap Kapasitas Kuat Tekan Dan Nilai Slump Beton Porous. *Jurnal Karajata Engineering*, 3(2), 124–127. <https://doi.org/10.31850/karajata.v3i2.2713>
- Shabira, H., Iskandar, D., & Kurniawan, S. (2022). Soft Computing Mix Design Beton Berdasarkan Sni 7656:2012. *JUMATISI: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 3(1), 225–234. <https://doi.org/10.24127/jumatisi.v3i1.3711>
- SNI 1969:2016. (2016). Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 1970:2016. (2016). Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat Halus. *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 1971:2011. (2011). “Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan.” *Badan Standarisasi Nasional*, 1–11.
- SNI 1973:2008. (2008). SNI 1973:2008 Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–13.
- SNI 2417-2008. (2008). Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–20. https://imsippoliban.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/03/5368_sni-2417_2008.pdf
- SNI 2816:2014. (2014). bahan organik dalam agregat halus untuk beton. *Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 7656:2012. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa. *Badan Standarisasi Nasional*, 52.
- SNI ASTM C117:2012. (2012). Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 75 m (No . 200) dalam agregat mineral dengan pencucian. *Badan Standardisasi Nasional*, 200.

- SNI ASTM C136:2012. (2012). Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar (ASTM C 136-06 , IDT). *Badan Standardisasi Nasional*.
- Sukadarminto, S., Anisarida, A. A., & Janizar, S. (2025). Pengaruh Kebersihan Agregat terhadap Kuat Tekan Beton dan Implikasinya pada Konstruksi Struktural Sederhana. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, 6(2), 409–421. <https://doi.org/10.51988/jtsc.v6i2.350>
- Talha-Ghafoor, M., Ali, S., Imran, M., & Saeed, M. (2024). Influence of NaOH concentration on Mechanical Properties of Fly Ash-Slag based Geopolymer Concrete. *Technical Journal UET Taxila*, 43–49. <https://tj.uettaxila.edu.pk/index.php/technical-journal/article/view/1875%0Ahttps://tj.uettaxila.edu.pk/index.php/technical-journal/article/download/1875/252>
- Techniques, I. (2022). *Geopolymer-Based Artificial Aggregates : A Review on Methods*.
- Udhaya Kumar, T., Vinod Kumar, M., Salunkhe, S., & Cep, R. (2024). Evaluation of non-destructive testing and long-term durability of geopolymer aggregate concrete. *Frontiers in Built Environment*, 10(October), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1454687>
- Widjojoko, L. (2010). *Pengaruh Sifat Kimia Semen Terhadap Unjuk Kerja Mortar Tabel 2.1 Susunan oksida semen Portland*. 1(1), 52–59.
- Yumnam, M., & Dande, M. (2020). Experimental Study of Fly-Ash Based Geopolymer Lightweight Concrete using Foaming Agent. *International Journal of Civil Engineering*, 7, 88–91. <https://doi.org/10.14445/23488352/IJCE-V7I6P111>
- Zainal, F. F., Sulotoha, N., Daud, Y. M., Hashim, M. F. A., Hasri, & Hartati. (2020). The Effect of Sodium Hydroxide (NaOH) Solution Concentration on Properties of Geopolymer Paste. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 957(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/957/1/012058>
- Zulkarnain, F. (2021). *Teknologi Beton* (Cetakan Pertama). UMSU Press.
- Zulkarnain, F., Kamil, B., Utara, S., & Kapten Mukhtar Basri No, J. (2021). Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ Website: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit> Perbandingan Kuat Tekan Beton

Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sika Fume Pada Perendaman Air Laut. *Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sika Fume Pada Perendaman Air Laut*, 1–10.
<http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>