

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian serta pembahasan terkait kajian eksperimental pemanfaatan pasir kuarsa sebagai pengganti sebagian agregat halus dan penambahan silica fume terhadap kuat tekan beton, berikut adalah kesimpulan yang dapat dirumuskan:

1. Karakteristik pasir kuarsa yang digunakan sebagai substitusi agregat halus pada penelitian ini menunjukkan sifat fisik yang memenuhi persyaratan SNI, dengan kadar lumpur sebesar 0,90% (syarat maksimum 5%), kadar air kondisi asli sebesar 3,58% dan kondisi SSD sebesar 0,23%, modulus kehalusan (fineness modulus) sebesar 1,63 yang termasuk dalam gradasi Zona 4, berat jenis curah sebesar 2,54 dan berat jenis SSD sebesar 2,55 dengan penyerapan air sebesar 0,40%, berat isi kondisi lepas sebesar 1,52 kg/dm³ dan kondisi padat sebesar 1,64 kg/dm³, serta tidak mengandung bahan organik yang mengganggu proses hidrasi semen (warna larutan No. 1 pada uji NaOH). Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa pasir kuarsa layak digunakan sebagai bahan penyusun campuran beton.
2. Penggunaan pasir kuarsa sebagai substitusi agregat halus (0%, 15%, dan 30%) yang dikombinasikan dengan penambahan *silica fume* sebesar 9% dari berat semen memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton, namun pengaruh tersebut tidak bersifat linier. Pada substitusi 15%, kuat tekan beton meningkat dibandingkan beton normal pada seluruh umur pengujian, yaitu dari 12,53 MPa menjadi 15,41 MPa (naik $\pm 22,99\%$) pada umur 28 hari, dari 9,90 MPa menjadi 13,01 MPa (naik $\pm 31,41\%$) pada umur 14 hari, dan dari 6,37 MPa menjadi 8,72 MPa (naik $\pm 36,89\%$) pada umur 7 hari. Pada substitusi 30%, kuat tekan beton juga masih lebih tinggi dibandingkan beton normal, tetapi mengalami penurunan dibandingkan variasi 15% (13,88 MPa pada umur 28 hari, turun $\pm 9,93\%$ dari variasi 15% namun tetap $\pm 10,78\%$ lebih tinggi dari beton normal). Kondisi ini mengindikasikan adanya kadar substitusi optimum, karena penambahan pasir kuarsa yang berlebihan menyebabkan proporsi butiran halus berlebih sehingga menurunkan workability serta ikatan antar-partikel dalam campuran beton.

3. Komposisi campuran optimum pada penelitian ini adalah substitusi 15% pasir kuarsa terhadap agregat halus yang dikombinasikan dengan penambahan 9% silica fume terhadap berat semen, yang secara konsisten menghasilkan nilai kuat tekan tertinggi pada setiap tahap pengujian (umur 7, 14, dan 28 hari), dengan rata-rata peningkatan kuat tekan sekitar $\pm 22,99\%$ dibandingkan beton normal pada umur 28 hari. Nilai slump seluruh variasi campuran, yaitu berkisar antara 8 cm hingga 13 cm, juga menunjukkan bahwa workability beton masih berada dalam rentang yang baik dan layak untuk dikerjakan.

5.2 Saran

Berdasarkan pada temuan penelitian yang telah diuraikan, berikut beberapa saran yang dapat menjadi masukan bagi pengembangan penelitian selanjutnya:

1. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk menguji variasi kadar substitusi pasir kuarsa yang lebih rapat di sekitar 15% (misalnya 10%, 12,5%, dan 17,5%) guna memperoleh titik optimum kuat tekan yang lebih presisi.
2. Perlu dilakukan pengujian sifat durabilitas beton lainnya, seperti porositas, penyerapan air, serta ketahanan terhadap serangan sulfat dan klorida, pada komposisi optimum (15% pasir kuarsa dan 9% silica fume) untuk melengkapi informasi kelayakan penggunaannya di lapangan.
3. Nilai standar deviasi hasil kuat tekan pada variasi campuran (khususnya 15% dan 30%) lebih tinggi dibandingkan beton normal, sehingga disarankan agar proses pencampuran, pemadatan, dan perawatan benda uji dilakukan dengan pengendalian yang lebih ketat untuk mengurangi variabilitas hasil pengujian.
4. Mengingat penelitian ini masih terbatas pada skala laboratorium, perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai aspek biaya (Rencana Anggaran Biaya) serta uji coba skala lapangan sebelum komposisi ini diterapkan pada konstruksi nyata.
5. Penambah rentang variasi persentase substitusi pasir kuarsa dengan interval yang lebih rapat (misalnya 5%, 10%, 20%, dan 25%) agar dapat menentukan titik komposisi optimum secara lebih presisi.
6. Selain uji kuat tekan, perlu dilakukan pengujian sifat mekanis beton lainnya seperti uji kuat tarik belah, uji kuat lentur, dan uji modulus elastisitas untuk mendapatkan karakteristik mekanis beton yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- SNI 03-2834-2000, S. (1992). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal Sni 03-2834-1992. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*, 1–34.
- 1973:2008, S. (2008). SNI 1973:2008 Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–13.
- A, A., Mulyati, M., Nugroho, F., Fakhrizal, F., & Fadhil Azman, H. (2023). Pengaruh Penambahan Silika Fume Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 2(1), 9–16. <https://doi.org/10.21063/jtv.2024.2.1.9-16>
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). SNI 2816:2014 Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk Beton. In *Badan Standar Nasional Indonesia* (p. 10).
- BSN. (2004). *SNI 15-2049-2004 : Portland Cement*.
- Bumulo, N., Nur, D., & Rusnadin, W. (2018). *Analisa Saringan Agregat Halus Dengan Agregat Kasar Ukuran 20 mm Dan 40 mm*. 11–23.
- Douadi, A., Hebbache, K., Boutlikht, M., Tabchouche, S., Belebchouche, C., Hammouche, R., Del Serrone, G., & Moretti, L. (2023). Physical and Mechanical Effects of Silica Sand in Cement Mortars: Experimental and Statistical Modeling. *Materials*, 16(21), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ma16216861>
- Felix Wijaya, M., Olivia*, M., & Saputra, E. (2019). Kuat Tekan Mortar Geopolimer Abu Terbang Hybrid menggunakan Semen Portland. *Jurnal Teknik*, 13(1), 60–68. <https://doi.org/10.31849/teknik.v13i1.2914>
- Firdiyono, F., Handayani, M., Sulistiyono, E., & Dwi Antoro, I. (2015). Percobaan Pendahuluan Perbandingan Daya Serap Unsur Minor dalam Larutan Natrium Silikat. *Jurnal Majalah Metalurgi*, 27(1), 15–26.
- Handayani, M., Nafi'ah, N., Nugroho, A., Rasyida, A., Prasetyo, A. B., Febriana, E., Sulistiyono, E., & Firdiyono, F. (2021). The development of graphene/silica hybrid composites: A review for their applications and challenges. *Crystals*, 11(11), 1–28. <https://doi.org/10.3390/cryst11111337>
- Ikhsan, M. N., Prayuda, H., & Saleh, F. (2016). Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat. *JURNAL ILMIAH SEMESTA TEKNIKA Vol. 19, No. 2, 148-156, November 2016, 19(2)*, 148–156.
- Inayah, D., & Pombo, Z. (2023). *TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON Disusun dan diajukan oleh :*
- 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.
- Koidah, N., Setiawan, A., Darul, U. I., Lamongan, U., Darul, U. I., Lamongan, U., Sni,

- S. K., Kunci, K., & Sni, S. K. (2002). *ANALISIS PENGGUNAAN PASIR PANTAI PACIRAN SEBAGAI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON*. 02(01).
- Kuasa, P., Variasi, D. A. N., & Ash, F. L. Y. (2023). *Kajian Kuat Tekan Pada Beton Bubuk Reaktif Dengan Silica*. 11(4), 420–426.
- Mahendra, P., & Risdianto, Y. (2019). Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan*, 2 No. 2, 1–7.
- Malathy, R., Ramachandran, S., Sentilkumar, R., & Prakash, A. R. (2022). *Use of Industrial Silica Sand as a Fine Aggregate in*.
- Mite, K. G. (2017). *Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan*. VI(2), 219–230.
- Nasional, B. S. (1990). *SNI 03-1968-1990: Metode pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar*. Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2000). *SNI 03-6468-2000: Tata cara perhitungan kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standardisasi Nasional.
- Nasional, B. S. (2008). *SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Badan Standar Nasional Indonesia, 20.
- Rahmawati, N., Lakawa, I., & Sulaiman, S. (2021). Pengaruh Cangkang Kerang Laut Terhadap Kuat Tekan Beton. *Sultra Civil Engineering Journal*, 2(1), 46–54. <https://doi.org/10.54297/sciej.v2i1.167>
- 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.
- SNI 03-4428. (1997). *SNI 03-4428-1997: Uji Kadar Lumpur Agregat*. Badan Standardisasi Nasional, 1–10.
- SNI 1971:2011. (2011). “*Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan*.” Badan Standarisasi Nasional, 1–11.
- SNI 2417-2008. (2008). *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. Badan Standardisasi Nasional, 1–20.
- Subagiono, Y. O. N., Maizir, H., & Suryanita, R. (2021). Perilaku Mekanik Bata Ringan. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND)*, 16(3), 194–204.
- Suria, A., MB, ipak neneng, & Alamsyah, W. (2017). Pemanfaatan Limbah Pecahan Keramik Sebagai Campuran Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Ilmiah Jurutera*, 04(01).
- Tiara Pricilia, D. D., Wibowo, W., & Safitri, E. (2024). Kajian Kuat Lentur Dan Lendutan Pada Variasi Ketebalan Pelat Beton Bubuk Reaktif Dengan Silica Fume 15% Dan Pasir Kuarsa 30%. *Matriks Teknik Sipil*, 12(1), 19. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v12i1.86763>
- Tjokrodinuljo. (1996). *TEKNOLOGI BETON*.

Wibowo, W., Safitri, E., & Kastara, D. A. (2023). Kajian Serapan Klorida Pada Beton Bubuk Reaktif Dengan Silica Fume 15% Dan Variasi Pasir Kuarsa. *Matriks Teknik Sipil*, 11(4), 413. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v11i4.76145>